

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Nikola Pocrnić**

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

Mentori:

Izv.prof.dr.sc. Aleksandar Sušić  
Izv.prof.dr. sc. Milan Kostelac

Student:

Nikola Pocrnić

Zagreb, 2016.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se profesorima Aleksandru Sušiću i Milanu Kostelcu. Njihova pomoć i savjeti bili su od neizmjerne važnosti pri izradi ovoga rada. Također se zahvaljujem cijeloj obitelji koja je bila uz mene tijekom studija, te prijateljima bez kojih bi sve ove godine bile puno teže.

Nikola Pocrnić

*Ovaj rad posvećujem svome pokojnom ocu Mirku.*

*Sve ovo bilo bi puno lakše da si ovdje...*



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite  
Povjerenstvo za diplomске ispite studija strojarstva za smjerove:  
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Nikola Poernić**

Mat. br.: **0035179313**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Konstrukcija naprave za vježbanje s platformom podešive po visini**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Design of height adjustable exercise platform device**

Opis zadatka:

U okviru ovog rada je potrebno pristupiti konstruiranju naprave koja omogućava podešavanje željene visine platforme pri sportskom vježbanju.

Takvo konstrukcijsko rješenje platforme za vježbanje treba udovoljiti slijedećim zahtjevima:

- Omogućiti da se platforma može postaviti na željenu visinu vježbanja, u rasponu visina za najširu populaciju vježbača,
- Osigurati da tijekom izvođenja vježbanja visina platforme ostane nepromijenjena,
- Osigurati da njena konstrukcija zadržava neophodnu stabilnost i integritet,
- Da je vježbanje moguće provoditi i uz korištenje dodatnih tereta (utega).

U radu je potrebno:

- Provesti analizu tržišta te utvrditi značajke postojećih rješenja slične namjene;
- Definirati konstrukcijske zahtjeve kojima naprava mora udovoljiti,
- Izvršiti metodičku razradu te obuhvatiti različita konceptualna rješenja;
- Vrednovanje koncepta provesti uzimajući u obzir i ergonomske kriterije;
- Odabrano rješenje naprave za vježbanje razraditi uz uporabu standardnih sklopova i dijelova, te oblikovanjem nestandardnih dijelova i sklopova;
- Pri konstrukcijskoj razradi paziti na tehnološkičnost oblikovanja dijelova;
- Izraditi računalni 3D model proizvoda.

Opseg konstrukcijske razrade, modeliranja i izrade tehničke dokumentacije dogovoriti tijekom izrade rada. Svu dokumentaciju izraditi pomoću računala. U radu navesti korištenu literaturu, kao i eventualnu pomoć.

Zadatak zadan:

5. svibnja 2016.

Rok predaje rada:

7. srpnja 2016.

Predviđeni datumi obrane:

13., 14. i 15. srpnja 2016.

Zadatak zadao:

Predsjednica Povjerenstva:

Izv.prof.dr.sc. Aleksandar Sušić

Izv.prof.dr.sc. Milan Kostelac

Prof. dr. sc. Tanja Jurčević Lulić

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE .....	V
POPIS OZNAKA .....	VI
SAŽETAK.....	IX
SUMMARY .....	X
1. UVOD.....	1
1.1. Pregled tržišta.....	4
2. FUNKCIJSKA DEKOMPOZICIJA .....	6
3. MORFOLOŠKA MATRICA I KONCEPTI .....	7
3.1. Morfološka matrica .....	7
3.2. Koncepti .....	8
3.2.1. Koncept 1 .....	8
3.2.2. Koncept 2 .....	9
3.2.3. Koncept 3 .....	10
3.3. Ocjenjivanje koncepata .....	11
4. PRORAČUN .....	13
4.1. Proračun navojnog vretena.....	13
4.2. Proračun i odabir elektromotora .....	15
4.3. Proračun lančanika .....	18
4.3.1. Proračun pogonskog lančanika .....	18
4.3.2. Proračun gonjenih i zateznih lančanika .....	19
4.3.3. Proračun ukupne vučne sile lanca .....	20
4.4. Odabir ležajeva .....	20
4.4.1. Odabir čvrstog ležajnog mjesta.....	21
4.4.2. Odabir slobodnog ležajnog mjesta.....	23
4.4.3. Odabir ležaja za natezne lančanike .....	25
4.5. Računanje duljine lanca .....	26
4.5.1. Prvi dio .....	27
4.5.2. Drugi dio .....	27
4.5.3. Treći dio .....	28
4.5.4. Četvrti dio .....	29
4.5.5. Ukupan broj članaka .....	29
5. MODELI I KONSTRUKCIJA .....	30
5.1. Platforma .....	30
5.2. Nosivi okvir.....	34
5.3. Natezni lančanik.....	36
5.4. Sprava u cijelosti .....	37

---

6. ZAKLJUČAK.....	40
LITERATURA.....	42
PRILOZI.....	43

## POPIS SLIKA

Slika 1.	Ulaganje u rekreacijske ustanove .....	1
Slika 2.	Broj rekreacijskih ustanova .....	2
Slika 3.	Broj prodanih „trackera“ u svijetu u 2014. i 2015. godini .....	3
Slika 4.	Primjer švedskog sanduka .....	4
Slika 5.	Primjer klupice za step .....	5
Slika 6.	Funkcijska dekompozicija .....	6
Slika 7.	Koncept 1 .....	9
Slika 8.	Koncept 2 .....	10
Slika 9.	Koncept 3 .....	11
Slika 10.	Izvijanje za zadani slučaj .....	13
Slika 11.	Tehnički podaci elektromotora .....	16
Slika 12.	Dimenzije elektromotora .....	17
Slika 13.	„Exploded view“ elektromotora .....	17
Slika 14.	Dvoredni kuglični ležaj s kosim dodirom .....	21
Slika 15.	Dopunske dimenzije čvrstog ležaja .....	22
Slika 16.	Kuglični ležaj 6305-2RZ .....	24
Slika 17.	Dodatne dimenzije slobodnog ležaja .....	24
Slika 18.	Kuglični ležaj 6008-2RS1 .....	25
Slika 19.	Dodatne dimenzije ležaja nateznog lančanika .....	25
Slika 20.	Lančani krug .....	26
Slika 21.	Običan/opći lančani krug .....	26
Slika 22.	Prvi dio lančanog kruga .....	27
Slika 23.	Drugi dio lančanog kruga .....	28
Slika 24.	Treći dio lančanog kruga .....	28
Slika 25.	Četvrti dio lančanog kruga .....	29
Slika 26.	Platforma .....	30
Slika 27.	Pomak za tlačno opterećenje po cijeloj površini .....	31
Slika 28.	Pomak za opterećenje na sredini profila .....	32
Slika 29.	Pomak za opterećenje blizu provrta .....	32
Slika 30.	Imbus vijak M4 .....	34
Slika 31.	U profil .....	34
Slika 32.	Potporna U profilima .....	35
Slika 33.	Nosač zaštitnog stakla .....	35
Slika 34.	Tipkalo .....	36
Slika 35.	Sklop nateznog lančanika .....	36
Slika 36.	Sprava .....	37
Slika 37.	Podnožje .....	38
Slika 38.	Kuka s navojem za podizanje .....	39



**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Morfološka matrica .....	7
Tablica 2. Ocjenjivanje i rangiranje koncepata .....	11
Tablica 3. Dimenzije i tehnički podaci o valjkastim lancima .....	18
Tablica 4. Faktor broja zubaca $n_t$ i $\cot \alpha$ za lančanike prema DIN 8196 .....	19
Tablica 5. Dimenzije blok zakovica .....	33

## POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

001	Podnožje sprave
002	UPE nosač naprijed lijevo
003	UPE nosač naprijed desno
004	UPE nosač iza lijevi
005	UPE nosač iza desni
006	Potporna UPE nosaču
007	Čahura navojnog vretena
008	Navojno vreteno
009	Čahura kugličnog ležaja navojnog vretena
010	Matica za podizanje platforme
011	Platforma
012	Noseći profil nateznog ležaja
013	Čahura za natezni ležaj
014	Vratilo nateznog ležaja
015	Gonjeni lančani
016	Pogonski lančani
017	Nosač elektromotora
018	Sklop navojnog vretena
019	Sklop nateznog lančanika
020	Sklop platforme
021	Sklop pogonskog dijela
022	Sprava

## POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
$A$	$\text{mm}^2$	Površina trapeznog navoja
$a'$	mm	Približan razmak osi lančanika
$C_{0s}$	N	Maksimalna statička nosivost slobodnog ležaja
$C_{1s}$	N	Dinamička opterećenost slobodnog ležaja
$C_{\check{c}}$	N	Dinamička nosivost čvrstog ležaja
$C_{l\check{c}}$	N	Dinamička opterećenost čvrstog ležaja
$C_s$	N	Maksimalna dinamička nosivost slobodnog ležaja
$d$	mm	Promjer diobene kružnice
$d_2$	mm	Srednji promjer vretena
$d_3$	mm	Promjer jezgre vretena
$d_{L1}$	mm	Diobeni promjer pogonskog lančanika
$d_{L2}$	mm	Diobeni promjer gonjenog lančanika
$E$	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	Modul elastičnosti
$e$	-	Faktor
$F$	N	Opterećenje na spravu
$F_a$	N	Aksijalna sila
$F_f$	N	Centrifugalna sila u lancu
$F_G$	N	Ukupna vučna snaga lanca
$F_k$	N	Sila izvijanja
$F_l$	N	Vučna snaga lanca
$F_p$	N	Težina platforme
$F_r$	N	Radijalna sila
$i$	-	Prijenosni omjer
$I_{\min}$	$\text{mm}^4$	Najmanji aksijalni moment tromosti

$l$	mm	Duljina navojnog vretena
$L$	-	Duljina lanca
$l_0$	mm	Neopterećena duljina navojnog vretena
$L_{10h}$	h	Trajanje ležaja u satima
$n_{EM}$	$\text{min}^{-1}$	Broj okretaja elektromotora
$n_{L1}$	$\text{min}^{-1}$	Broj okretaja pogonskog lančanika
$n_{L2}$	-	Broj okretaja gonjenog lančanika
$n_m$	$\text{min}^{-1}$	Broj okretaja ležaja
$n_{ukmax}$	$\text{s}^{-1}$	Maksimalan broj okretaja
$n_z$	-	Faktor broja zubaca
$n_{z1}$	-	Faktor broja zubaca pogonskog lančanika
$n_{z2}$	-	Faktor broja zubaca gonjenog lančanika
$P$	W	Snaga elektromotora
$p$	mm	Korak lanca
$P_{\check{c}}$	N	Ekvivalentno opterećenje čvrstog ležaja
$P_h$	mm	Uspon navoja
$P_s$	N	Ekvivalentno opterećenje slobodnog ležaja
$P_s$	N	Ekvivalentno opterećenje slobodnog ležaja
$q$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}}$	Masa lanca po metru duljine
$S$	-	Faktor sigurnosti navojnog vretena na izvijanje
$S_K$	-	Traženi faktor sigurnosti na izvijanje prema Euler-u
$T$	Nm	Moment torzije
$t_{\max}$	s	Maksimalno vrijeme za pomicanje
$t_{\min}$	s	Minimalno vrijeme za pomicanje
$v_L$	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	Brzina lanca
$X$	-	Koeficijent
$X_L$	-	Broj članaka lanca
$X_{L1}$	-	Broj članaka prvog dijela

---

$X_{L2}$	-	Broj članaka drugog dijela
$X_{L3}$	-	Broj članaka trećeg dijela
$X_{L4}$	-	Broj članaka četvrtog dijela
$X_{uk}$	-	Ukupan broj članaka
$Y$	-	Koeficijent
$Y_2$	-	Koeficijent
$z_1$	-	Broj zubaca pogonskog lančanika
$z_2$	-	Broj zubaca gonjenog lančanika
$\beta$	°	Polovina vršnog kuta navoja
$\lambda$	-	Faktor vitkosti vretena
$\mu$	-	Faktor trenja
$\Pi$	-	Konstanta
$\rho'$	°	Korigirani kut trenja
$\sigma$	$\frac{N}{mm^2}$	Tlačno naprezanje
$\varphi$	°	Kut uspona

## SAŽETAK

Istraživanjem tržišta sprava za tjelovježbu, uočen je nedostatak spravi koje se koriste za istovremeni rad svih grupa mišića odnosno cijeloga tijela. Jedna od vježbi koje se izvode za ovu svrhu je skok i iskorak na povišeno mjesto. U ovom radu opisan je koncept koji omogućuje takvo vježbanje. Sastoji se od četiri navojna vretena na koje je postavljena platforma na koju se može skakati. Minimalna visina na koju se platforma može postaviti iznosi 410 mm, dok je maksimalna visina na 1700 mm. Navojna vretena su uležištena i nose ih četiri UPE 160 profila. Navojna vretena spojena su u lančani krug sa jednofaznim elektromotorom snage 120 W. Elektromotor i pogonski lančanik se vrte na 940 okretaja u minuti, a gonjeni lančanici se okreću na približno 780 okretaja u minuti što omogućuje dovoljno precizno podešavanje visine platforme, a da pri tome ne dođe do zujanja lanca. Proračun pojedinog navojnog vretena i platforme se računao sa silom od 3000N i faktorom sigurnosti 3 kako bi se sprava dodatno osigurala. Masa cijele sprave iznosi 434 kg što daje dovoljnu stabilnost bez potrebe za dodatnim fiksatorima i stabilizacije oblikom. Platforma na koju se skače dodatno je obložena tanko spužvom koja omogućuje mekan i tih doskok.

Ključne riječi: tjelovježba, skok, navojno vreteno, lančanik, platforma

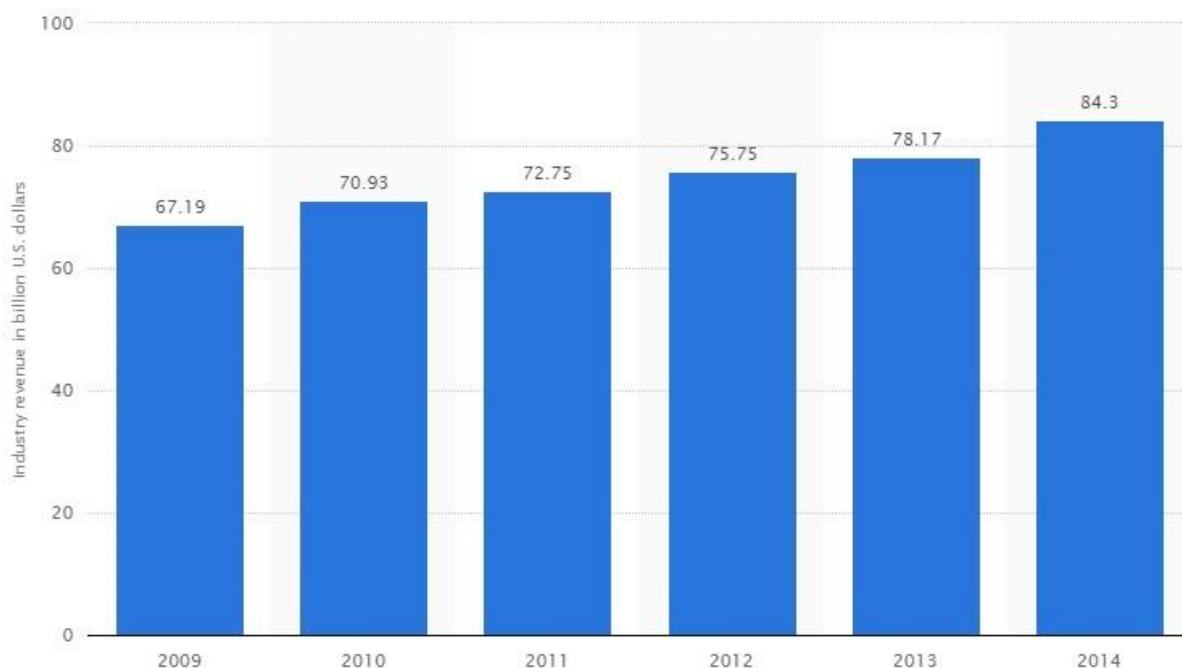
## SUMMARY

By conducting market research of exercise equipment, we saw that there is a lack of equipment used for simultaneous workout of all muscle groups. One of the exercises that are performed for this purpose is a jump and step on the elevated position. This thesis describes the concept that enables such an exercise. It is consisted of four screw spindles of which the platform is placed. The minimum height to which the platform can be set is 410 mm, while the maximum height is 1700 mm. Screw spindles are mounted with bearings and carried with four UPE 160 channels. Spindles are connected in a chain circuit with a single-phase electric motor of 120 W. The electric motor and the drive sprocket rotate at 940rpm, and the driven sprockets at about 780 rpm which allows precise height adjustment of the platform, but the chain does not make any buzzing noises. A single screw spindle and a platform are designed to withhold the force of 3000 N with a safety factor 3. The weight of the entire machine is 434 kg which provides sufficient stability without the need for additional fixators. The platform is additionally coated with a thin sponge that makes the landings soft and silent.

Key words: workout, jump, screw spindle, sprocket, platform

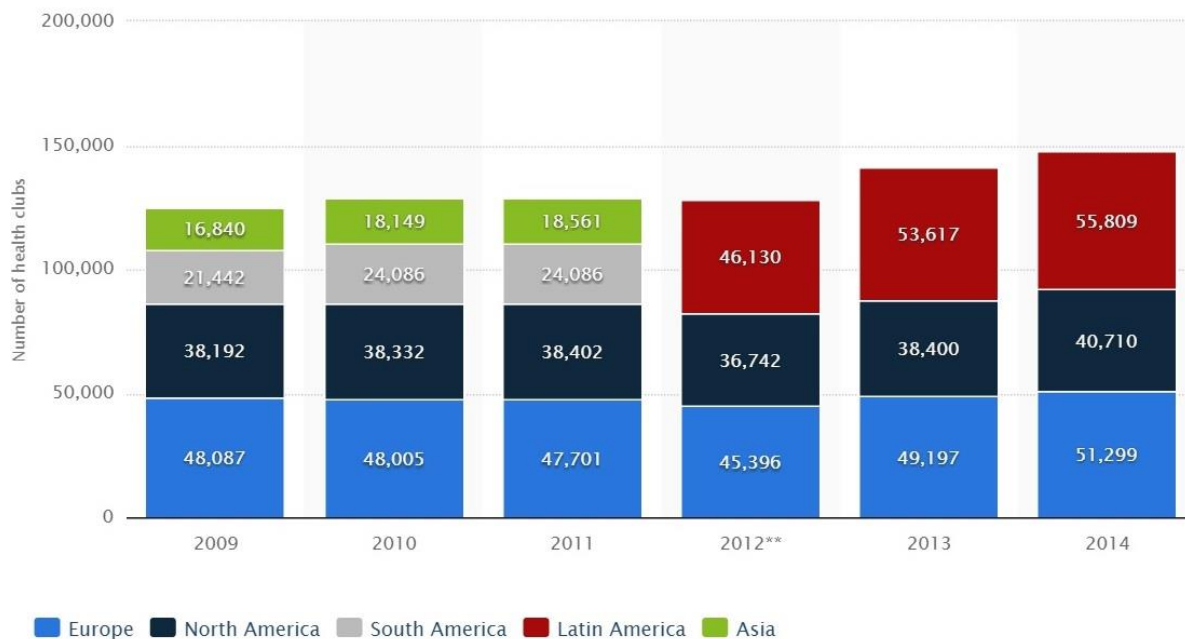
## 1. UVOD

Tjelovježba je vrlo bitna za zdravlje čovjeka. Redovitim vježbanjem poboljšavamo kardiovaskularni sustav, povećavamo pokretljivost i snagu lokomotornog sustava te je odličan način za rješavanje stresa. Kako tijelo sve pamti, tako vježbanjem u mlađoj dobi razvijamo bolju imunost na neke bolesti koje dolaze u kasnijim godinama, tipa osteoporoza. Jedna od prednosti vježbanja, a vjerojatno i najpopularniji razlog za vježbanje, je kontroliranje i održavanje željene tjelesne mase. Prema svjetskoj zdravstvenoj organizaciji WHO, broj pretilih ljudi se više nego udvostručio od 1980. godine, a u 2014. godini preko 1,9 milijardi osoba starijih od 18 godina je bilo debelo, a od tih osoba preko 600 milijuna ih je pretilo. To čini 38% muškaraca i 40% žena. Još više zabrinjava podatak da je u 2013. godini oko 42 milijuna djece ispod 5 godina bilo debelo ili pretilo. [1] Taj podatak je pomalo i čudan ako se uzme u obzir da se u industriju vježbanja iz godine u godinu ulažu sve veća sredstva, a i broj centara za vježbanje je u stalnom porastu. [2]



Slika 1. Ulaganje u rekreacijske ustanove [2]



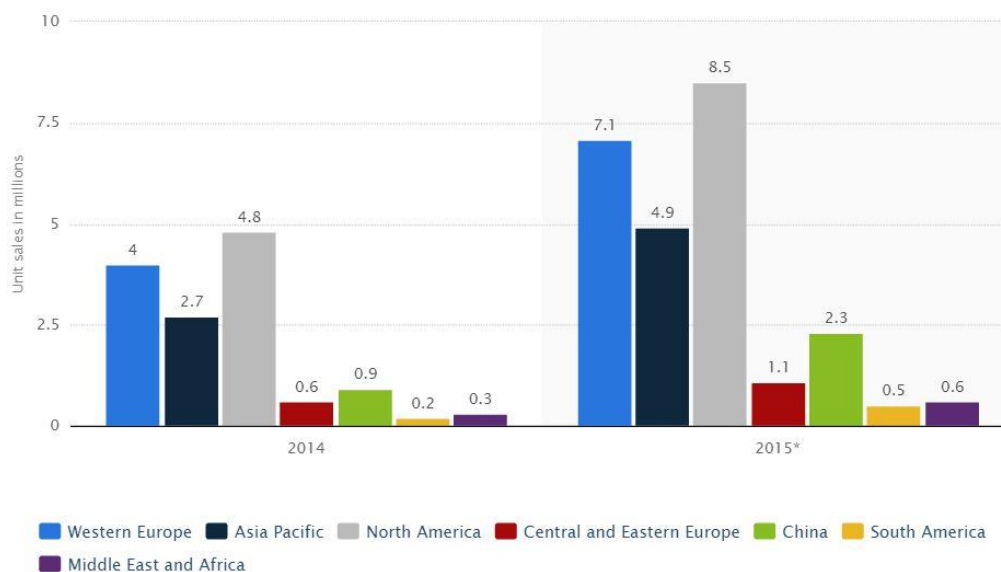


**Slika 2. Broj rekreacijskih ustanova [3]**

Također je zanimljiv podatak da Sjedinjene Američke Države, za čije se stanovnike govori da su među najdebljima na svijetu, imaju najviše članova različitih ustanova za vježbanje, preko 52 milijuna. To je dvostruko više od drugoplasirane Njemačke. [3] Naravno, broj članova nije isto što i broj ljudi koji vježbaju i koji se bave sportom.

Kako su ljudi sve više ovisni o tehnologiji i pametnim telefonima, ne čudi podatak da je u 2014. godini najbrže rastuća kategorija u aplikacijama na Google Play-u bila „Fitnes i zdravlje“. Trenutno to tržište vrijedi oko 4 milijarde američkih dolara, a Google predviđa da će do 2017. godine ono iznositi 26 milijardi! [4]

Broj prodanih „*trackera*“, odnosno uređaja koji prate tjelesne aktivnosti i funkcije osoba, je u značajnom porastu, kao što prikazuje slika 3. Ljudi sve više žele imati pametne satove, narukvice ili neki drugi uređaj koji će im govoriti koliko su prohodali/protrčali u jednom danu, unijeli kalorija, napravili razliku u nadmorskoj visini i sl. Najjače tvrtke u ovom području su Fitbit, Jawbone i Nike. [5]



**Slika 3. Broj prodanih „trackera“ u svijetu u 2014. i 2015. godini [5]**

Vjerojatno najpopularnija rekreacijska ustanova je teretana ili fitness klub. Moderne teretane ulažu puno novaca kako bi zadržale postojeće i dovele nove korisnike tako da im omogućuju različite načine i mogućnosti vježbanja, sve od klasične teretane pa do bazena i različitih grupnih i individualnih programa. U zadnjih nekoliko godina nastali su novi sistemi treninga i nove fitness aktivnosti poput Crossfit-a, Zumba, Barre, Insanity i P90X program i tako dalje. Razlika između klasične teretane i novih fitness programa poput navedenih je u tome što se u teretani najčešće rade izolacijske vježbe za pojedini mišić ili skupinu mišića, dok se ovdje radi sa cijelim tijelom kroz trening. Iako svaki način treniranja ima svoje prednosti i mane, najvažnije je da se čovjek kreće i da vježba. U današnje vrijeme, ljudi sve više sjede, a sve se manje kreću, a zna se da čovjek nije stvoren za sjedilački način života.

U ovom radu, biti će opisana i proračunata sprava za visoki step i naskok, sprava koja je potrebna za različite stilove vježbanja, a često je bila zamjenjivana slaganjem drugih sprava i pomagala jedno na drugo i to na poprilično nesiguran način. Sprava ima mogućnost podešavanja različitih visina, veliku doskočnu površinu da ne dođe do prevrtanja i površinu sa dovoljnim trenjem da ne dođe do proklizavanja vježbača. Sprava će omogućiti razne vježbe kako za početnike, tako i za napredne vježbače. Ostvarena je dovoljno precizna kontrola visine i to na jednostavan i intuitivan način. Sprava će se koristiti za jačanje „core“ mišića, lumbalnog dijela kralježnice i nogu, ovisno o vježbi koja se izvodi.

### 1.1. Pregled tržišta

Postoje mnoge i različite sprave za vježbanje. Sprava u ovome radu ima mogućnost podešavanja visine od minimalnih 40 cm do maksimalnih 170 cm, nosivost od 300 kg, stabilnost pri svim visinama, a doskočna ploha ima dobru podlogu prijanjanja te veliku površinu koja vježbaču omogućuje izvođenje raznih vježbi bez brige hoće li skočiti prejako, predaleko, previše u stranu i slično. Takve sprave trenutno nema na tržištu, ali ima par sličnih, to jest koje se koriste za izvođenje sličnih vježbi.

Funkcionalno najbližija sprava koja se danas postoji na tržištu je švedski sanduk (eng. vault box). On dolazi u raznim varijantama i dimenzijama. Klasične dimenzije su mu 1500 mm širine, 1100 mm visine i 500 mm dubine [6]. Ovo su okvirne dimenzije od kojih se ne odstupa previše, ali naravno ima raznih drugih varijanti. Švedski sanduk je jedan od osnovnih gimnastičarskih dijelova opreme i nalazi se u većini, ako ne i u svim školama. Prednosti su mu prilagodljive dimenzije, jednostavna izrada i jednostavno korištenje. Nedostaci su mu nedovoljna stabilnost, mala mogućnost kombiniranja visina, premala dubina, prevelika razlika između visina kada se ukloni jedan dio i ograničena nosivost.



**Slika 4. Primjer švedskog sanduka [7]**

Druga sprava koja ima neke zajedničke točke sa spravom iz ovog rada je klupica za step ili aerobik step klupica. Najpopularniji naziv za to je „steper“. To su klupice koje se koriste za razne aerobik i fitnes programe i mogu se vidjeti u gotovo svim centrima za vježbanje. Malene su i izrađuju se od plastike. Najčešće dimenzije su mu oko 70 cm širine i oko 30 cm dužine. Visina je najčešće podešiva i može ići od 10 cm pa do 30 cm. Visina mu se podešava tako da se stavi na višu ili manju nogicu. [8] Kao i kod svakog drugog predmeta i sprave, i ovdje postoje razne varijante i načini izrade, ali princip je isti te se ne odstupa puno niti od

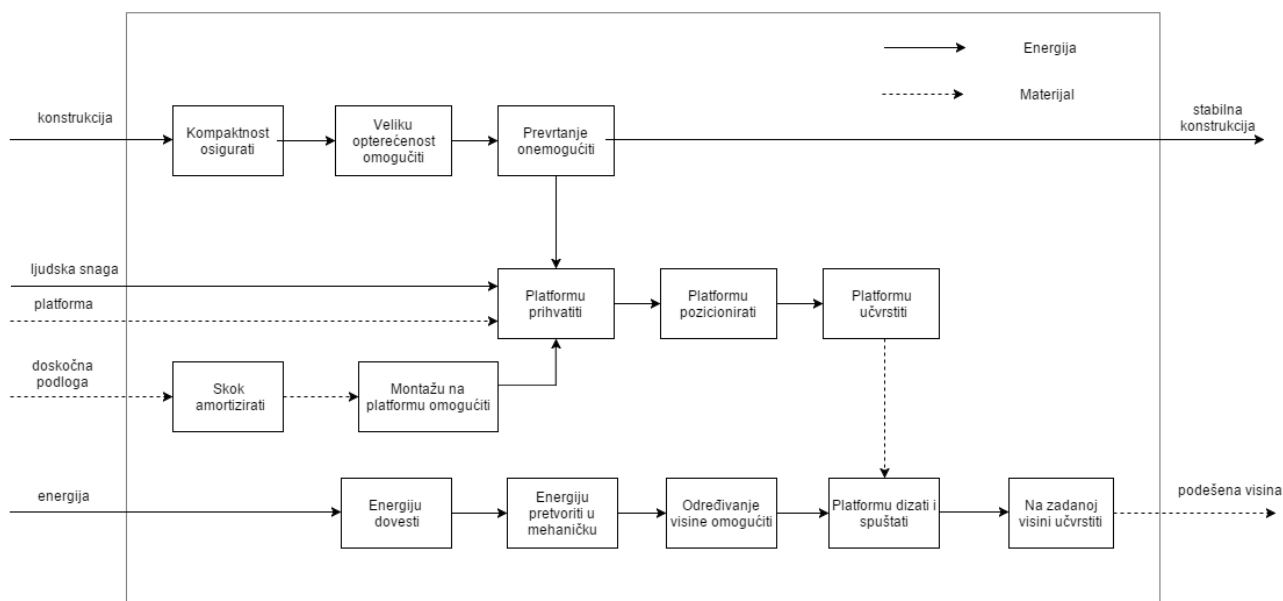
ovih dimenzija. Prednosti ove klupice su niska minimalna visina, stabilnost kod niskih visina, dobra podloga prianjanja, lakoća izrade, lako podešavanje i kompaktne dimenzije. Negativne strane su mala maksimalna visina, nedovoljna dužina i širina, upitna stabilnost kod maksimalne visine, izvijanje kod većih opterećenja, na glatkim površinama se prelagano pomiče po podu i nosivost od samo 250 kg [8].



**Slika 5. Primjer klupice za step [8]**

Dva prethodno navedena proizvoda su jedine trenutno dostupne sprave koje mogu koliko toliko poslužiti za obavljanje vježbi koje su predviđene za spravu koja će detaljnije biti opisana kasnije u ovome radu.

## 2. FUNKCIJSKA DEKOMPOZICIJA



**Slika 6. Funkcijska dekompozicija**

Na slici 6 prikazana je funkcijska struktura sprave. Glavne funkcije koje sprava mora imati su omogućavanje podnošenja velikih opterećenja, podešavanje visine platforme, njezino učvršćivanje na željenu visinu i da se ne može prevrnuti ili ljuljati. Prevrtanje i ljuljanje sprave te njezino najveće opterećenje mora se računati za najgore moguće uvjete. Kod sprječavanja prevrtanja i ljuljanja to znači da sprava mora imati dovoljno nisko težište da pri najvišoj postavljenoj visini platforme sprava ne gubi na stabilnosti. Sve funkcije i njihova rješenja prikazana su u idućem poglavlju.

### 3. MORFOLOŠKA MATRICA I KONCEPTI

#### 3.1. Morfološka matrica

Tablica 1. Morfološka matrica

FUNKCIJA	NAČIN IZVEDBE			
Postavljanje visine	<u>Škare</u> 	<u>Naslagane ploče</u> 	<u>Elektromotor i navojna vretena</u> 	<u>Pneumatski podizač</u> 
	<u>Profil sa provrtima + zatik</u> 	<u>Oblik + zatik</u> 	<u>Samokočna navojna šipka</u> 	<u>Podizač</u> 
	<u>Sajla + koloture</u> 	<u>Ručke na ploči</u> 	<u>Lanac</u> 	<u>Nožica</u> 

Koncept 1

Koncept 2

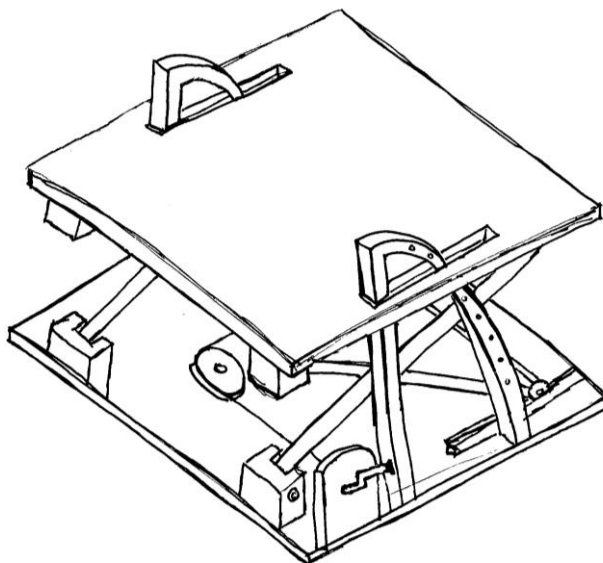
Koncept 3

Rješenje sa pneumatskim podizanjem sprave se neće detaljnije razmatrati zbog svoje kompleksnosti rješenja. Svako drugo rješenje može se lagano implementirati u većinu teretana i dvorana; a to su ciljana tržišta za ovu spravu; osim ovog rješenja. Takva sprava bila bi prevelika, prekomplikirana, zahtijevala bi redovito održavanje stručne osobe te se kao takva ne bi isplatila krajnjem korisniku, tj. kupcu.

## **3.2. Koncepti**

### **3.2.1. Koncept 1**

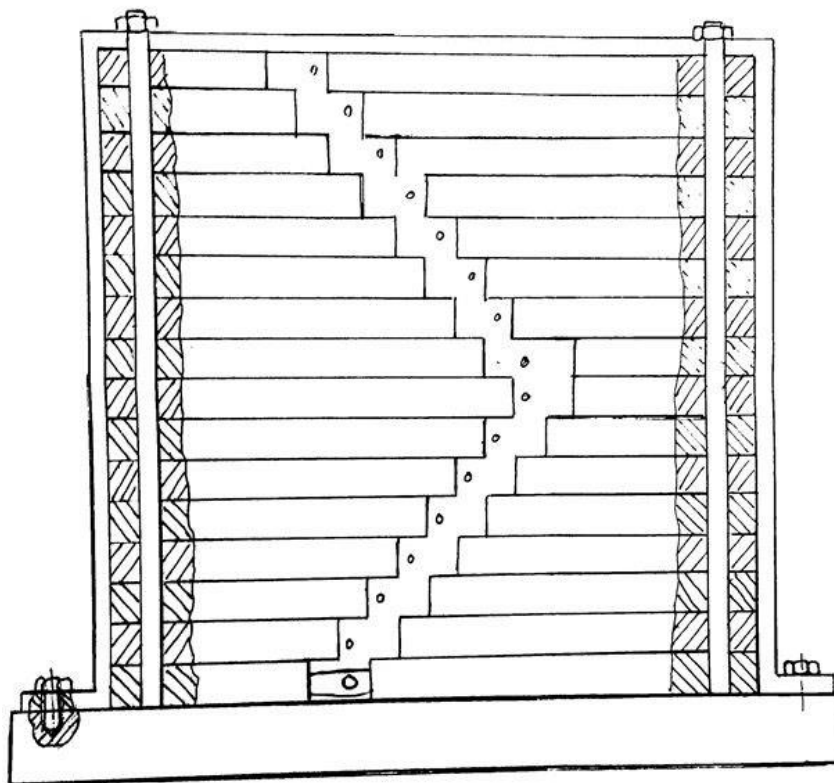
Prvi koncept je sprava koji koristi škare kao način za podizanje i spuštanje platforme, a zaključavanje pozicije vrši se pomoću sigurnosnog zatika koji se stavlja u provrte na profilu. Koriste se jednostruke škare jer su puno bolje za velika opterećenja, lakše ih je izraditi, a svojim dimenzijama odgovaraju potrebnoj veličini platforme. Profil za zaključavanje položaja i određivanje visine platforme je u obliku kružnog luka sa 13 provrta koji su tako odmaknuti da svaki provrt daje razliku u visini položaja platforme za 6 cm. Škare se pokreću pomoću sajle i kolature, odnosno tako da se ručno vrti ručka i ona namata sajlu na bubanj koja pritom pokreće krak škara. Škare se pomiču tako da se slobodni krajevi kotrljaju u U-profilu na kotačićima, a škare su na tom mjestu međusobno povezane profilom. Na taj profil se veže sajla. Kada se izabere željena visina, u provrt kroz profil i jedan krak škara postavlja se sigurnosni zatik. Sigurnosni zatik se prvo postavlja na jedan krak škara, a zatim na drugi. Spojevi škara međusobno su povezani gredom radi dodatnog ukrućivanja sprave. Prednosti ovog koncepta su jednostavna i relativno jeftina izrada, velika sigurnost, jednostavno korištenja i dovoljno različitih visina za postavljanje. Mane koncepta su ručno pokretanje škara što primorava korisnika da drži ručku na istoj poziciji sve dok ne umetne sigurnosni zatik, maksimalna visina na koju će sprava ići određuje veličinu platforme i to što se visina ne može finije postaviti.

**Slika 7. Koncept 1**

### 3.2.2. Koncept 2

Koncept dva ima vrlo jednostavan način postavljanja, ali jedino u slučaju da to rade dvije osobe. Na nosećem postolju učvršćene su dvije šipke sa svake strane. Na te šipke bi se slagale ploče sa provrtima na različitim mjestima, tako da tvore stepenice. Na vrhu šipki bio bi navoj na koji bi se stavila matica tako da se naslagane ploče učvrste i da im se onemogući podizanje. Za to bi također služio sigurnosni lim po dužini koji bi također bio tu da poveća krutost te da zatvori konturu sprave. Platforma bi se postavljala na željenu visinu tako što bi sa strane imala drške koje bi se primile rukama, a zatim dizale i pomicale do stepenice. Osiguranje od pada platforme sa više na nižu stepenicu bi se ostvarivalo tako da se u lim, koji omeđuje ploče, umetne sigurnosni zatik koji bi svojim oblikom i pozicijom onemogućavao padanje platforme na nižu razinu. Prednosti ovakve konstrukcije su ujednačeno podizanje platforme; svaka ploča bi bila iste debljine; jednostavna konstrukcija, intuitivan način korištenja i vrlo niska početna visina. Mane koncepta su velika masa, nezgrapno i poprilično teško pomicanje platforme; za najlakše pomicanje trebale bi dvije osobe, jedna sa svake strane i trebali bi sinkronizirano pomicati platformu, jedna osoba vjerojatno ne bi mogla sama podesiti visinu; sprava bi trebala biti podosta široka kako ploče ne bi smetale vježbaču, preskupa izvedba za ono što nudi i neprivlačan izgled.

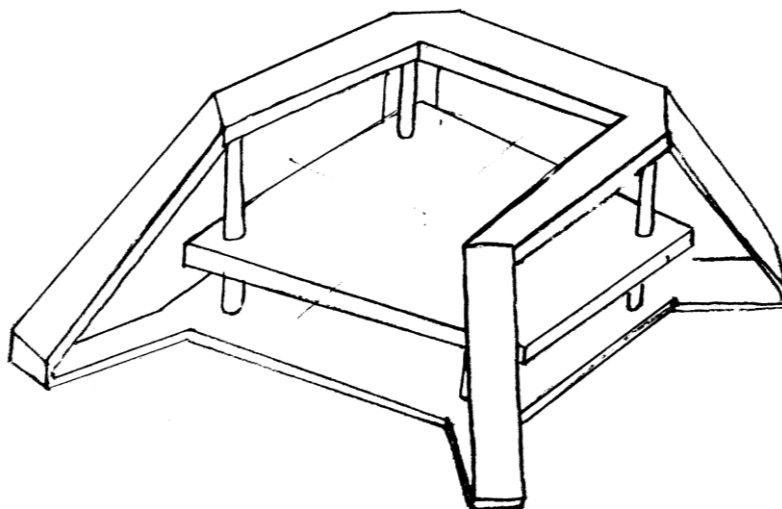




Slika 8. Koncept 2

### 3.2.3. Koncept 3

Treći koncept je sprava sa elektromotorom, lancem i lančanicima te navojnom šipkom. Sprava ima četiri navojna vretena, od kojih svaki na sebi ima po jedan lančanic. Navojna vretena su uležištena i mogu se okretati jedino oko svoje osi. U sredini se nalazi pogonski lančanic kojega okreće elektromotor, a lanac sve lančanike, uključujući i zatezne, povezuje u krug. Navojna vretena imaju matice na koje se postavlja i učvršćuje platforma. Okretanjem navojnog vretena, ovisno o smjeru okretanja elektromotora, matica se podiže ili spušta. Kako je platforma povezana s maticom, tako se također i platforma pomiče. Sprava ima dva tipkala, za gore i dolje, odnosno za odabir smjera vrtnje elektromotora. Sa svih strana osim strane od kuda dolazi vježbač, stoji zaštitna stakloplastika koja onemogućuje osobama koje ne vježbaju da diraju pokretne dijelove sprave. Prednosti ovog koncepta su lagano podešavanje željene visine bez ulaganja fizičkog rada, relativno niska minimalna visina dok maksimalna visina ovisi o dužini navojnog vretena, mala snaga potrebna za elektromotora što ga čini relativno jeftinim, velika sigurnost, velika nosivost i privlačan izgled. Mane koncepta su što mora imati priključak na struju i obaveznost održavanja lanca i ležajeva.



Slika 9. Koncept 3

### 3.3. Ocjenjivanje koncepata

Tablica 2. Ocjenjivanje i rangiranje koncepata

Kriterij	Vrijednost kriterija	Referentni koncept	Koncept 2	Koncept 3
minimalna visina	3	0	1	0
maksimalna visina	4	0	0	1
gabaritne dimenzije	1	0	-1	0
preciznost odabira visine	3	0	0	1
jednostavnost korištenja	3	0	-1	1
način postavljanja i učvršćenja odabrane visine	3	0	-1	1
izgled	2	0	-1	1
<b>Zbroj</b>	19	0	-6	15
	<b>Rang</b>	2	3	1

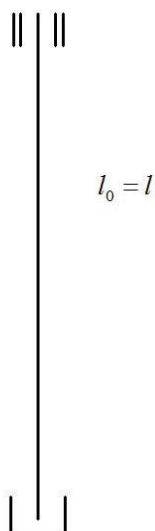
Tablica 2 prikazuje kriterije ocjenjivanja pojedinih koncepata, njihovo vrednovanje te uspoređivanje referentnog koncepta s preostala dva. Kao referentni koncept izabran je koncept 1. Svakom kriteriju dodijeljena je ocjena, odnosno vrijednost koju bi taj kriterij imao za krajnjeg korisnika. Referentni koncept ima sve ocjene 0. Koncepti koje uspoređujemo dobivali su ocjene 1, 0 i -1 gdje 1 znači da je usporedni koncept bolji od referentnog u

zadanom kriteriju, 0 znači da su podjednaki, a -1 da je lošiji. Na primjer: ako je vrijednost kriterija 4, a usporedni koncept ima ocjenu 1, to znači da će za krajnji zbroj dobiti 4 boda prema tom kriteriju. Nakon provedenog ocjenjivanja, zbrojili smo bodove oba koncepta, te ih rangirali prema ukupnoj vrijednosti. Uvjerljivo najviše bodova je dobio koncept 3, čak 15 od mogućih 19. Taj koncept proglašavamo najboljim i prema njemu će se konstruirati i proračunavati sprava.

## 4. PRORAČUN

### 4.1. Proračun navojnog vretena

Sprava koristi četiri navojna vretena za pomicanje platforme. Za zaključavanje odabrane visine, vretena moraju biti samokočna kako bi onemogućila spuštanje. Kao opterećenje koje djeluje na navojna vretena, uzeta je sila od 3000 N, a faktor sigurnost je 3. Ovako velika sila pokriva slučaj osoba koje imaju masu daleko iznad prosjeka, a također i udarno opterećenje koje se pojavljuje kada osoba tako velike mase skoči i udari platformu. Time se također pokriva i slučaj da osoba ne skoči na sredinu platforme, nego odmah do jednog od navojnih vretena, makar je to gotovo nemoguće radi same konstrukcije sprave.



**Slika 10. Izvijanje za zadani slučaj**

Slika 10. pokazuje slučaj izvijanja koji imamo na navojnom vretenu sprave. Vreteno je uležišteno na oba kraja, te mu je radi toga  $l_0 = l$ . Za duljinu navojnog vretena izabrana je vrijednost od 1700 mm, jer se time dostiže maksimalna visina koja će koristiti ekstremnim vježbačima. Vreteno je izrađeno od čelika, pa mu modul elastičnosti  $E$  iznosi  $210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ .

Proračun navojnog vretena počinjemo sa slijedećim podacima:

$$l = 1700 \text{ mm}$$

$$F = 3000 \text{ N}$$

$$S = 3$$

$$E = 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}.$$

Prvo računamo potreban promjer jezgre vretena prema Euler-u za elastično područje izvijanja, a za to koristimo jednadžbu (1),

$$d_3 = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot F \cdot S \cdot l_0^2}{E \cdot \Pi^3}} = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 3000 \cdot 3 \cdot 1700^2}{210000 \cdot \Pi^3}} = 22,49 \text{ mm} . \quad (1)$$

Najmanji aksijalni moment tromosti  $I_{\min}$  računa se prema izrazu (2),

$$I_{\min} = \frac{d_3^4 \cdot \Pi}{64} = \frac{25^4 \cdot \Pi}{64} = 19174,76 \text{ mm}^4 , \quad (2)$$

a iz toga se dobiva sila izvijanja  $F_k$ ,

$$F_k = \Pi^2 \cdot \frac{E \cdot I_{\min}}{l_0^2} = \Pi^2 \cdot \frac{210000 \cdot 19174,76}{1700^2} = 13751,53 \text{ N} . \quad (3)$$

Prema dobivenom  $d_3$  iz Strojarskog priručnika [9] odabire se najbliži normalni trapezni navoj veće dimenzije, a to je Tr 32x6. Očitane dimenzije za odabrani trapezni navoj su:

$$d_3 = 25 \text{ mm i } A = 491 \text{ mm}^2 .$$

Idući korak je računanje tlačnog naprezanja prema (4),

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{3000}{491} = 6,11 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} . \quad (4)$$

Faktor vitkosti vretena računa se prema (5),

$$\lambda = \frac{4 \cdot l_0}{d_3} = \frac{4 \cdot 1700}{25} = 272 > 90 , \quad (5)$$

a kako je faktor vitkosti  $\lambda$  veći od 90, tada se sigurnost protiv izvijanja računa prema Euleru [10], odnosno prema izrazu (6), a  $S_k$  mora biti veći ili jednak 2,6 i manji od 6,

$$S_k = \frac{\Pi^2 \cdot E}{\lambda^2 \cdot \sigma} = \frac{\Pi^2 \cdot 210000}{272^2 \cdot 6,11} = 4,585 , \quad (6)$$

$$2,6 \leq S_k < 6 .$$

Slijedeće je provjera samokočnosti trapeznog vretena. Da bi trapezno vreteno bilo samokočno kut uspona  $\varphi$  mora biti manji od korigiranog kuta trenja  $\rho'$  .[11] Kut uspona  $\varphi$  računamo pomoću izraza (7),

$$\text{tg } \varphi = \frac{P_h}{d_2 \cdot \Pi} = \frac{6}{29 \cdot \Pi} = 0,06586 \rightarrow \varphi = \text{tg}^{-1}(0,06586) = 3,77 , \quad (7)$$

a korigirani kut trenja dobiva se iz izraza (8),

$$\operatorname{tg} \rho' = \frac{\mu}{\cos \beta} = \frac{0,1}{\cos(15)} = 0,10353 \rightarrow \rho' = \operatorname{tg}^{-1}(0,10353) = 5,91. \quad (8)$$

Vrijednosti za  $\mu$  i za  $\beta$  izvukli smo iz Krautovog priručnika [9]. Dobiveni rezultati nam pokazuju da je  $\varphi < \rho'$  što znači da je vreteno samokočno kao što je i potrebno.

#### 4.2. Proračun i odabir elektromotora

U ovom poglavlju računamo snagu koju elektromotor mora imati kako bi pokrenuo lančanike i time okretao navojna vretena. Da bismo izračunali snagu elektromotora, prvo moramo izračunati moment torzije  $T$  prema izrazu (9),

$$T = F_p \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \operatorname{tg}(\rho' + \varphi), \quad (9)$$

gdje nam  $F_p$  predstavlja težinu platforme,  $d_2$  se odnosi na navojno vreteno i iznosi 16 mm. Za težinu platforme uzimamo da će iznositi 300N jer time pokrivamo i težinu platforme i dodatno opterećenje koje je na platformi iako je zadaća elektromotora da podiže isključivo neopterećenu platformu. Kada te vrijednosti uvrstimo u izraz (9) dobivamo

$$T = 300 \cdot 0,016 \cdot \operatorname{tg}(5,91 + 3,77) = 0,8188 \text{ Nm}. \quad (10)$$

Vrijeme potrebno da platforma dođe od jedne krajnje visine do druge nije definirano, no potrebno je da trajanje ne bude predugačko kako vježbač ne bi morao dugo stajati uz spravu dok namješta visinu. Unatoč tome, vrijeme puta od krajnje do krajnje visine ne smije biti ni prekratko jer se onda neće dobiti zadovoljavajuća preciznost i finoća kod postavljanja platforme te može doći do zujanja lanca što ne bi ostavilo dobar dojam na krajnjeg korisnika. Radi toga je izabrano vrijeme podizanja od minimalnih 17 sekundi do maksimalnih 25 sekundi. Za proračun elektromotora uzimamo prvi slučaj jer je nepovoljniji i zahtjevniji za elektromotor. Kako bi dobili broj okretaja za prelazak cijele dužine vretena u zadanom vremenu moramo podijeliti duljinu navojnog vretena s korakom navoja kako bi se dobio ukupan broj potrebnih okretaja, a zatim dobiveni rezultat podijeliti sa zadanim vremenom,

$$n_{\text{uk}_{\max}} = \frac{l}{t_{\min}} = \frac{1700}{17} = 100 \text{ s}^{-1}. \quad (11)$$

Kako bi dobili broj okretaja u minuti pomnožimo dobiveni rezultat iz (11) sa 60,

$$n_{\text{uk}_{\max}} = 100 \cdot 60 = 6000 \text{ min}^{-1}. \quad (12)$$

Za dobivanje najmanje brzine vrtnje, u izraz (11) umjesto  $t_{\min}$  koristimo  $t_{\max}$  koji iznosi 25 sekundi. Uvrštavanjem te vrijednosti dobiva se

$$n_{\text{uk}_{\min}} = \frac{l}{t_{\max}} = \frac{1700}{25} = 11,33 \text{ s}^{-1}, \quad (13)$$

odnosno

$$n_{\text{uk}_{\min}} = 11,33 \cdot 60 = 680 \text{ min}^{-1}. \quad (14)$$

Time smo dobili maksimalni broj okretaja elektromotora i s njime računamo snagu elektromotora koristeći izraz (15),

$$P = T \cdot 2 \cdot \Pi \cdot n_{\text{uk}_{\max}} = 0,8188 \cdot \Pi \cdot \frac{1000}{60} = 42,87 \text{ W}. \quad (15)$$

Kao što se vidi, potrebna snaga je relativno niska što nam omogućuje korištenje jednofaznih elektromotora. Prema Končarevom katalogu [12] elektromotor koji nam odgovara prema snazi i broju okretaja je elektromotor oznake 5AZC 71A-6. Na slici 11 možemo vidjeti njegove karakteristike, na slici 12 njegove dimenzije i na slici 13 njegov „exploded view“.

### 3.4. Tehnički podaci

Jednofazni asinkroni kavezni motori s trajno uključanim kondenzatorom serije 5AZC

### 3.4. Technical data

Single-phase induction motors with run capacitor (permanently connected) series 5AZC

### 3.4. Technische Daten

Einphasige Asynchronmotoren mit Kaefigläufer mit einem Dauerbetriebskondensator der Baureihe 5AZC

Tablica 3.4. / Table 3.4. / Tabelle 3.4.

2p=2			50Hz				3000 min <sup>-1</sup>			
P (Kw)	Motor type	n (min <sup>-1</sup> )	η (%)	cos φ	I <sub>n</sub> (A)	$\frac{I_n}{I_n}$	$\frac{M_n}{M_n}$	C (μF)	U (V)	m (kg)
0.18	5AZC 63A-2	2850	58	0.97	1.65	3.5	0.80	10	450	4.1
0.25	5AZC 63B-2	2850	58	0.96	2	3.5	0.90	12.5	450	4.6
0.37	5AZC 71A-2	2700	58	0.88	3.3	2.3	0.55	10	450	5.9
0.55	5AZC 71B-2	2700	62	0.90	4.2	2.7	0.45	12.5	450	6.7
0.75	5AZC 80A-2	2750	62	0.90	6.0	2.8	0.55	20	450	9.4
1.1	5AZC 80B-2	2740	70	0.92	7.7	3.0	0.50	25	450	9.6
1.5	5AZC 90SB-2	2730	70	0.94	11	3.0	0.50	50	450	12
2.2	5AZC 90LB-2	2740	73	0.98	13.2	3.0	0.45	100	450	17
2.5	5AZC 100LB-2	2850	74	0.90	16.5	4.2	0.40	70	450	23

Tablica 3.5. / Table 3.5. / Tabelle 3.5.

2p=4			50Hz				1500 min <sup>-1</sup>			
P (Kw)	Motor type	n (min <sup>-1</sup> )	η (%)	cos φ	I <sub>n</sub> (A)	$\frac{I_n}{I_n}$	$\frac{M_n}{M_n}$	C (μF)	U (V)	m (kg)
0.12	5AZC 63A-4	1380	53	0.99	1.3	2.5	0.90	8	450	4.1
0.18	5AZC 63B-4	1380	57	0.98	1.6	2.5	0.65	8	450	4.6
0.25	5AZC 71A-4	1400	60	0.91	2.0	2.5	0.65	8	450	5.7
0.37	5AZC 71B-4	1370	60	0.94	3.0	2.4	0.75	14	450	6.7
0.55	5AZC 80A-4	1390	65	0.92	4.1	2.9	0.65	20	450	10.5
0.75	5AZC 80B-4	1370	70	0.90	5.1	2.6	0.60	25	450	11.3
1.1	5AZC 90SB-4	1430	67	0.95	7.5	3.7	0.60	50	450	13.1
1.5	5AZC 90LB-4	1430	71	0.93	10	4.0	0.50	50	450	17.9
2.2	5AZC 100LB-4	1420	77	0.95	13.5	4.0	0.40	50	450	27

Tablica 3.6. / Table 3.6. / Tabelle 3.6.

2p=6			50Hz				1000 min <sup>-1</sup>			
P (Kw)	Motor type	n (min <sup>-1</sup> )	η (%)	cos φ	I <sub>n</sub> (A)	$\frac{I_n}{I_n}$	$\frac{M_n}{M_n}$	C (μF)	U (V)	m (kg)
0.12	5AZC 71A-6	940	42	0.90	1.5	1.8	0.65	8	450	4.9
0.18	5AZC 71B-6	930	46	0.85	2.5	2.1	0.53	10	450	7
0.25	5AZC 80A-6	910	55	0.90	2.4	2.5	0.70	12.5	450	8.6
0.37	5AZC 80B-6	900	58	0.88	3.3	2.5	0.70	16	450	10.4
0.55	5AZC 90LB-6	910	59	0.85	5.1	2.5	0.60	25	450	12.7

Slika 11. Tehnički podaci elektromotora [12]

**3.5. Mjerne skice**

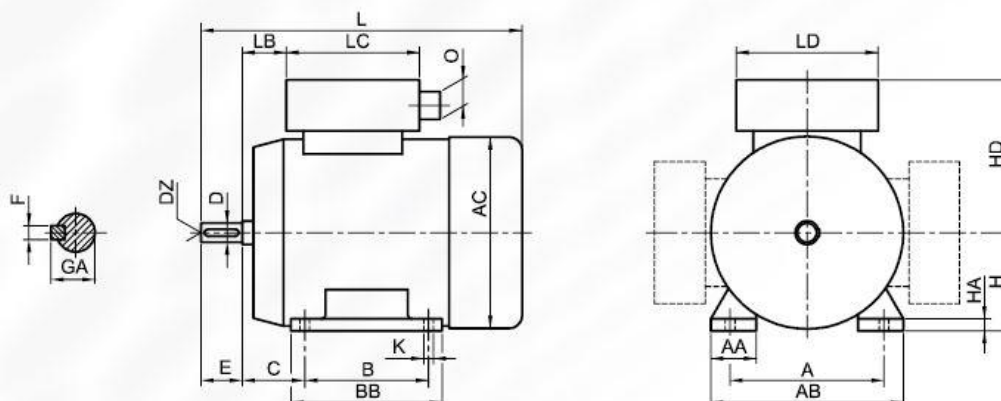
Serijsa 5AZC i 5AZCD  
Motori s nogama

**3.5. Dimensional drawing**

Series 5AZC and 5AZCD  
Motors with feet

**3.5. Masszeichnungen**

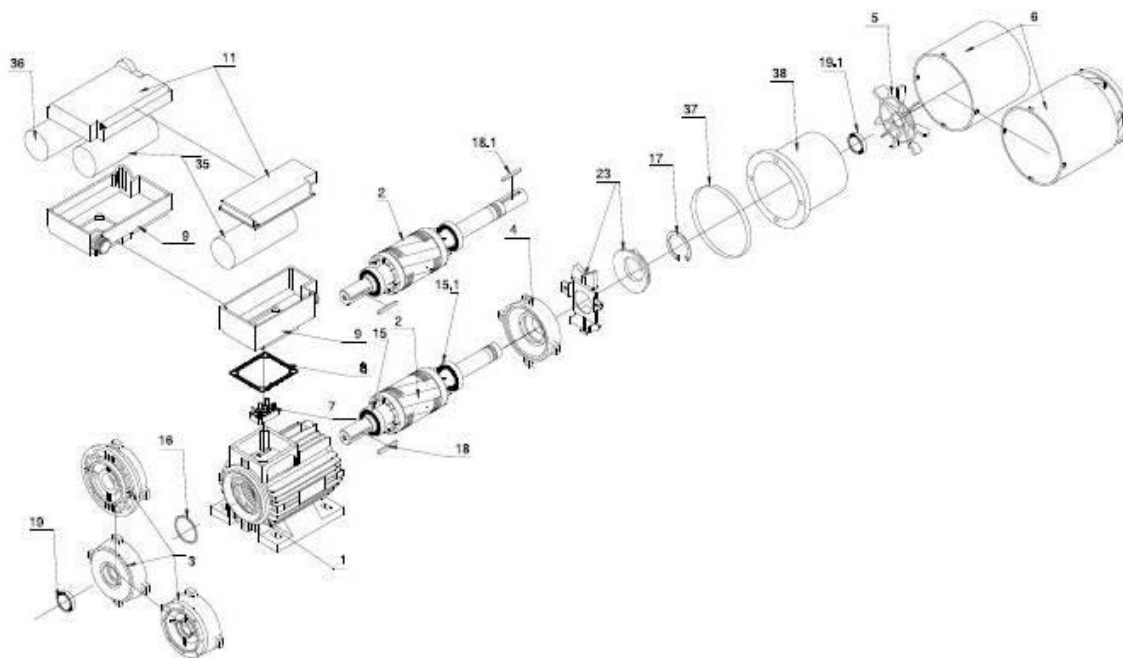
Baureihen 5AZC und 5AZCD  
Fußmotoren



Tablica 3.9. / Table 3.9. / Tabelle 3.9.

Tipka oznaka	IM B3, IM B5, IM B14											O	IM B3								
	AC	D	DZ	E	F	GA	HD	L	LB	LC	LD		A	AA	AB	B	BB	C	H	HA	K
5AZC 63	123	11j6	M4	23	4	12,5	118	214	16	117	87		100	22	120	80	105	40	63	10	7x12
5AZC 71	139	14j6	M5	30	5	16	126	235	23	117	87		112	26	137	90	109	45	71	11	7x11

Slika 12. Dimenzije elektromotora [12]



Slika 13. „Exploded view“ elektromotora [12]



### 4.3. Proračun lančanika

Za izračun lančanika prvo se mora odabrati vrsta lanca koja će se koristiti. Ova sprava će koristiti jednostruki valjkasti lanac DIN 8187(HRN M.C1.820, 821 i 822) koji se još naziva simpleks. [10] Broj lanca je 083 i korak mu iznosi 12,7 mm (0,5“).

Tablica 3. Dimenzije i tehnički podaci o valjkastim lancima [10]

Valjkasti lanci izrade za Europu DIN 8187 <sup>1)</sup> (HRN M.C1.820, 821 i 822)																		
Broj lanca Red		t (mm)	b <sub>1</sub> (mm)	d <sub>1</sub> (mm)	e (mm)	g <sub>1</sub> (mm)	Jednostruki lanac				Dvostruki lanac				Trostruki lanac			
1	2						a <sub>1</sub> (mm)	F <sub>0</sub> (kN)	A (cm <sup>2</sup> )	q (kg/m)	a <sub>2</sub> (mm)	F <sub>0</sub> (kN)	A (cm <sup>2</sup> )	q (kg/m)	a <sub>3</sub> (mm)	F <sub>0</sub> (kN)	A (cm <sup>2</sup> )	q (kg/m)
05 B 06 B 08 B 10 B 12 B	03	5	2,5	3,2	—	4,1	7,4	2,0	0,06	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—
	04	6	2,8	4	—	5	7,4	3,0	0,07	0,12	—	—	—	—	—	—	—	—
	8	3	5	5,64	7,11	8,6	4,6	0,11	0,18	14,3	8,0	0,22	0,36	19,9	11,4	0,33	0,54	
	001	9,525	5,72	6,35	10,24	8,26	13,5	9,1	0,28	0,41	23,8	17,3	0,55	0,78	34	25,4	0,83	1,18
	002	12,7	3,3	7,75	—	9,91	10,2	8,2	0,21	0,28	—	—	—	—	—	—	—	—
	003	12,7	2,38	7,75	—	9,91	8,2	10,0	0,16	0,26	—	—	—	—	—	—	—	—
	004	12,7	4,88	7,75	—	10,3	12,9	12,0	0,32	0,42	—	—	—	—	—	—	—	—
	005	12,7	4,88	7,75	—	11,15	14,8	16,0	0,35	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—
	006	12,7	6,38	7,77	—	9,91	14	6,8	0,32	0,38	—	—	—	—	—	—	—	—
	008	12,7	7,75	8,51	13,92	11,81	17	18,2	0,50	0,70	31	31,8	1,00	1,35	44,9	45,4	1,50	2,0
	010	15,875	9,65	10,16	16,59	14,73	19,6	22,7	0,67	0,95	36,2	45,4	1,34	1,85	52,8	68,1	2,02	2,8
	012	19,05	11,68	12,07	19,46	16,13	22,7	29,5	0,89	1,25	42,2	59,0	1,78	2,5	61,7	88,5	2,68	3,8
	16 B	25,4	17,02	15,88	31,88	21,08	21,08	36,1	58,0	2,10	2,7	110	4,21	5,4	99,9	165	6,32	8
20 B	31,75	19,56	19,05	36,45	26,42	43,2	95,0	2,95	3,6	79,7	180	5,91	7,2	116,1	270	8,86	11	
24 B	38,1	25,4	25,4	48,36	33,4	53,4	170	5,54	6,7	101,8	324	11,09	13,5	150,2	485	16,64	21	
28 B	44,45	30,99	27,94	59,56	37,08	65,1	200	7,40	8,3	124,7	381	14,81	16,6	184,3	571	22,21	25	
32 B	50,8	30,99	29,21	58,55	42,29	67,4	260	8,11	10,5	126	495	16,23	21	184,5	743	24,34	32	
40 B	63,5	38,1	39,37	72,29	52,96	82,6	360	12,76	16	154,9	680	25,52	32	227,2	1000	38,28	48	
48 B	76,2	45,72	48,26	91,21	63,88	99,1	560	20,63	25	190,4	1000	41,26	50	281,6	1600	61,89	75	
56 B	88,9	53,34	53,98	106,6	77,85	114,6	850	27,91	35	221,2	1600	55,82	70	330	2350	83,73	105	
64 B	101,6	60,96	63,5	119,89	90,17	130,9	1100	36,25	60	250,8	2100	72,5	120	370,7	3100	108,75	180	
72 B	114,3	68,58	72,39	136,27	103,63	147,4	1400	46,17	80	283,7	2700	92,34	170	420	4000	138,5	240	

#### 4.3.1. Proračun pogonskog lančanika

Prema odabiru elektromotora, znamo broj okretaja pogonskog lančanika, a on iznosi  $n_{EM} = n_{L1} = 940 \text{ min}^{-1}$ . Pogonski lačanik biti će manjeg promjera od gonjenog, pa će radi toga imati i manji broj zubi. Preporučljivo je da broj zubaca bude neparan i po mogućnosti prim broj kako članci ne bi periodički ulazili u zahvat s istim zupcima lančanika. [10] Stoga se za pogonski lančanik odabire da je broj zubaca  $z_1=19$ . Faktor broja zupaca  $n_z$  prema DIN 8196 se očitava iz tablice 3 i on iznosi 6,0755. Promjer diobene kružnice se računa prema izrazu (16),

$$d = p \cdot n_z, \quad (16)$$

gdje je  $d$  promjer diobene kružnice,  $p$  korak lanca, a  $n_z$  faktor broja zupaca.

Tablica 4. Faktor broja zubaca  $n_1$  i  $\cot \alpha$  za lančanike prema DIN 8196 [10]

$z$	$n_1$	$\cot \alpha$	$z$	$n_1$	$\cot \alpha$	$z$	$n_1$	$\cot \alpha$	$z$	$n_1$	$\cot \alpha$
6	2,0000	1,7321	32	10,2023	10,1532	58	18,4710	18,4439	84	26,7443	26,7256
7	2,3048	2,0765	33	10,5201	10,4725	59	18,7891	18,7625	85	27,0625	27,0440
8	2,6131	2,4142	34	10,8380	10,7917	60	19,1073	19,0811	86	27,3808	27,3625
9	2,9238	2,7475	35	11,1558	11,1109	61	19,4255	19,3997	87	27,6990	27,6809
10	3,2361	3,0777	36	11,4737	11,4301	62	19,7437	19,7183	88	28,0172	27,9994
11	3,5495	3,4057	37	11,7916	11,7492	63	20,0619	20,0369	89	28,3355	28,3178
12	3,8637	3,7321	38	12,1096	12,0682	64	20,3800	20,3555	90	28,6537	28,6363
13	4,1786	4,0572	39	12,4275	12,3872	65	20,6982	20,6740	91	28,9720	28,9547
14	4,4940	4,3813	40	12,7455	12,7062	66	21,0164	20,9926	92	29,2902	29,2731
15	4,8097	4,7046	41	13,0635	13,0251	67	21,3346	21,3111	93	29,6085	29,5916
16	5,1258	5,0273	42	13,3815	13,3441	68	21,6528	21,6297	94	29,9267	29,9100
17	5,4422	5,3495	43	13,6995	13,6630	69	21,9710	21,9482	95	30,2449	30,2284
18	5,7588	5,6713	44	14,0175	13,9818	70	22,2893	22,2667	96	30,5632	30,5468
19	6,0755	5,9927	45	14,3356	14,3007	71	22,6074	22,5853	97	30,8815	30,8653
20	6,3925	6,3138	46	14,6536	14,6195	72	22,9256	22,9038	98	31,1998	31,1837
21	6,7095	6,6346	47	14,9717	14,9383	73	23,2437	23,2223	99	31,5180	31,5021
22	7,0267	6,9552	48	15,2898	15,2571	74	23,5620	23,5408	100	31,8363	31,8205
23	7,3439	7,2755	49	15,6079	15,5758	75	23,8802	23,8593	101	32,1545	32,1389
24	7,6613	7,5958	50	15,9260	15,8945	76	24,1984	24,1778	102	32,4728	32,4574
25	7,9787	7,9158	51	16,2441	16,2133	77	24,5167	24,4963	103	32,7910	32,7758
26	8,2962	8,2357	52	16,5622	16,5320	78	24,8349	24,8147	104	33,1093	33,0942
27	8,6138	8,5555	53	16,8803	16,8507	79	25,1531	25,1332	105	33,4275	33,4126
28	8,9314	8,8752	54	17,1984	17,1693	80	25,4713	25,4517	106	33,7458	33,7310
29	9,2491	9,1948	55	17,5166	17,4880	81	25,7896	25,7702	107	34,0641	34,0494
30	9,5678	9,5144	56	17,8347	17,8066	82	26,1078	26,0886	108	34,3823	34,3678
31	9,8845	9,8338	57	18,1529	18,1253	83	26,4261	26,4071	109	34,7006	34,6862
									110	35,0188	35,0046

Uvrštavanjem podataka u (16) dobivamo diobeni promjer pogonskog lančanika,

$$d_{L1} = p \cdot n_{z1} = 12,7 \cdot 6,0755 = 77,16 \text{ mm} . \quad (17)$$

Sada možemo dobiti brzinu lanca, a ona iznosi,

$$v_L = d_{L1} \cdot \Pi \cdot n_{L1} = 0,077,16 \cdot \Pi \cdot \frac{940}{60} = 3,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} . \quad (18)$$

#### 4.3.2. Proračun gonjenih i zateznih lančanika

Za gonjene i zatezne lančanike odabiremo veći broj zubi što automatski znači da će oni imati veći diobeni promjer, ali i manji broj okretaja. Zbog toga se mora obratiti pozornost da broj okretaja ne bude ispod minimalnog koji je izračunat u izrazu (14). Za ove lančanike uzeto je da imaju  $z_2=23$ , a iz tablice 3 se izvuče da je  $n_{z2}=7,3439$ . Korak je naravno ostao nepromijenjen. Uvrštavanjem podataka u (16) dobivamo da je

$$d_{L2} = p \cdot n_{z2} = 12,7 \cdot 7,3439 = 93,27 \text{ mm} . \quad (19)$$

Iz izraza za prijenosni omjer koji glasi

$$i = \frac{n_{L1}}{n_{L2}} = \frac{z_2}{z_1} , \quad (20)$$

možemo izračunati broj okretaja gonjenih i zateznih lančanika uvrštavanjem vrijednosti u izraz (20),

$$i = \frac{n_{L1}}{n_{L2}} = \frac{z_2}{z_1} \rightarrow n_{L2} = \frac{n_{L1} \cdot z_1}{z_2} = \frac{940 \cdot 19}{23} = 776,52 \text{ min}^{-1} . \quad (21)$$

Možemo vidjeti da je  $n_{L2} > n_{uk_{min}}$  što znači da ovaj broj zubaca odgovara. Prijenosni omjer iznosi

$$i = \frac{n_{L1}}{n_{L2}} = \frac{940}{776,52} = 1,211 . \quad (22)$$

#### 4.3.3. Proračun ukupne vučne sile lanca

Nakon što smo izračunali potrebnu snagu za pokretanje te izabrali odgovarajući elektromotor, mora se izračunati ukupna vučna sila lanca. Ukupna vučna snaga lanca  $F_G$  dobiva se zbrojem vučne snage lanca  $F_l$  i centrifugalne sile  $F_f$ .

Vučna sila lanca iznosi

$$F_l = \frac{P}{v_L} , \quad (23)$$

a za iznos snage koristiti će se snaga elektromotora radi dodatne sigurnosti, tako da vučna snaga iznosi

$$F_l = \frac{120}{3,8} = 31,58 \text{ N} . \quad (24)$$

Centrifugalna sila se računa prema slijedećem izrazu,

$$F_f = q \cdot v_L , \quad (25)$$

gdje je  $q$  težina lanca po metru duljine prema tablici 3 i iznosi 0,42 kg/m. Centrifugalna sila zatim iznosi

$$F_f = 0,42 \cdot 3,8^2 = 6,065 \text{ N} . \quad (26)$$

Ukupna vučna sila lanca iznosi

$$F_G = F_l + F_f = 31,58 + 6,065 = 37,645 \text{ N} . \quad (27)$$

#### 4.4. Odabir ležajeva

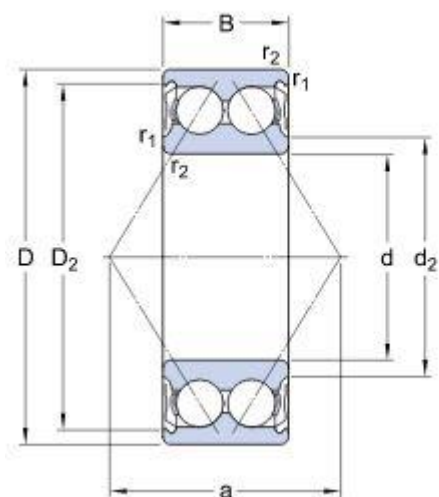
Aksijalna sila koja će se uzeti za izbor i proračun ležajeva je ista sila koju smo koristili u izrazu (1) odnosno  $F_a = F = 3000 \text{ N}$ . Aksijalna sila je dominantna, ali radi različitog načina

skakanja ljudi, u proračunu koristimo i radijalnu silu  $F_r$  kojoj je dana vrijednost od 1000N.

Tako velika sila je stavljena samo radi dodatne sigurnosti sprave. Izabrani ležajevi moraju imati zaštitu od prašine tako da u obzir dolaze jedino ležajevi sa zaštitnim brtvama, a to su tipovi 2RS i 2Z.

#### 4.4.1. Odabir čvrstog ležajnog mjesta

Kao čvrsto ležajno mjesto konstruira se ono na donjem dijelu navojno vretena, a time ono preuzima i radijalno i aksijalno opterećenje. Radi potrebe za aksijalnim i radijalnim učvršćenjem te radi onemogućavanja aksijalnog pomicanja/podizanja navojnog vretena, uzimamo dvoredni kuglični ležaj s kosim dodirom oznake E2.3307 A-2Z. Presjek ležaja i njegove dimenzije vide se na slici 14.



d	35	mm
D	80	mm
B	34.9	mm
d <sub>2</sub>	≈ 44.6	mm
D <sub>2</sub>	≈ 70.5	mm
r <sub>1,2</sub>	min. 1.5	mm
a	47	mm

**Slika 14. Dvoredni kuglični ležaj s kosim dodirom [13]**

Broj okretaja ležaja uzima se iz izraza (21) i zaokružuje tako da je  $n_m = 780 \text{ min}^{-1}$ . Za radni broj sati stavljamo da je  $L_{10h} = 7000 \text{ h}$ , čime pokrивamo svakodnevno korištenje sprave, do deset sati na dan kroz vremenski period od dvije godine. Sile su nam prethodno zadane u poglavlju 4.4.

$$F_r = 1000 \text{ N}$$

$$F_a = 3000 \text{ N}$$

$$L_h = 7000 \text{ h}$$

$$n_m = 780 \text{ min}^{-1}$$

Iz SKF-ovog kataloga ležajeva [14] očitavamo sigurnost nošenja

$$\frac{C}{P} = 7. \quad (28)$$

Pošto je

$$\frac{F_a}{F_r} > e, \quad (29)$$

ekvivalentno opterećenje ovog ležaja računa se prema izrazu (30),

$$P = X \cdot F_r + Y_2 \cdot F_a, [13] \quad (30)$$

gdje koeficijente  $X$  i  $Y_2$  izvadimo iz kataloga ležaja. [13] Očitane vrijednosti su  $X = 0,63$  i  $Y = 1,24$ . Kada sve vrijednosti uvrstimo u izraz (31) dobivamo

$$P_{\xi} = 0,63 \cdot 1000 + 1,24 \cdot 3000 = 4350 N. \quad (31)$$

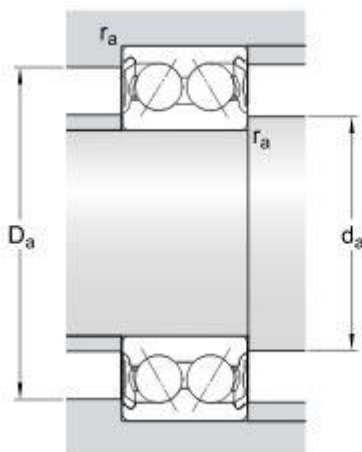
Dinamička opterećenost ležaja računa se pomoću izraza

$$C_{1\check{\epsilon}} = P_{\xi} \cdot \left( \frac{C}{P} \right), \quad (32)$$

a kada se unesu vrijednosti dobiva se

$$C_{1\check{\epsilon}} = 7 \cdot 4350 = 30450 N < C_{\xi} = 52000 N. \quad (33)$$

Kako je dinamička nosivost izabranog ležaja  $C_{\xi}=52$  kN veća od dinamičke opterećenosti ležaja, izabrani ležaj odgovara. Na slici 15 još možemo vidjeti dodatne dimenzije ležaja E2.3307 A-2Z, a dimenzija  $d_a$  nam pokazuje na koji minimalni promjer ležaj mora nalijegati.



$d_a$	min.	44	mm
$d_a$	max.	44,5	mm
$D_a$	max.	71	mm
$r_a$	max.	1,5	mm

Slika 15. Dopunske dimenzije čvrstog ležaja [13]

#### 4.4.2. Odabir slobodnog ležajnog mjesta

Slobodno ležajno mjesto prenosi jedino radijalnu silu i kao takvo nije pretjerano opterećeno stoga se na tom mjestu koristi kuglični ležaj. Ekvivalentno opterećenje za kuglični ležaj računa se prema izrazu (34),

$$P_s = X \cdot F_r + Y \cdot F_a, \quad (34)$$

ali kako slobodni ležaj prenosi jedino radijalnu silu, ekvivalentno opterećenje računamo izrazom (34a)

$$P_s = X \cdot F_r. \quad (34a)$$

Ležaj koji provjeravamo ima oznaku 6305-2RZ i njegove dimenzije prikazane su na slici 16. Maksimalna statička nosivost  $C_{0s}$  iznosi 11,6 kN, dok maksimalna dinamička nosivost  $C_s$  iznosi 23,4 kN. [13]

Kako je

$$\frac{F_a}{C_{0s}} = \frac{3000}{11600} = 0,2586, \quad (35)$$

za izračunavanje faktora  $e$  moramo izvršiti interpolaciju. Prema SKF katalogu [12], za

$$\frac{F_a}{C_{0s}} = 0,25 \rightarrow e = 0,37, \text{ a za}$$

$$\frac{F_a}{C_{0s}} = 0,5 \rightarrow e = 0,44.$$

Razlika vrijednosti za omjere  $\frac{F_a}{C_{0s}}$  iznosi 0,25 dok je ona za faktor  $e$  jednaka 0,07. Sada

interpolacijom računamo faktor  $e$  i dobivamo

$$e = 0,2586 + \frac{0,07}{0,25} \cdot (0,432 - 0,25) = 0,3096. \quad (36)$$

Pošto je  $\frac{F_a}{F_r} > e$ , tada prema katalogu vrijednost za koeficijent  $X$  iznosi 0,56. [12]

Kada u izraz (34a) unesemo dobivene vrijednosti, ekvivalentno opterećenje je

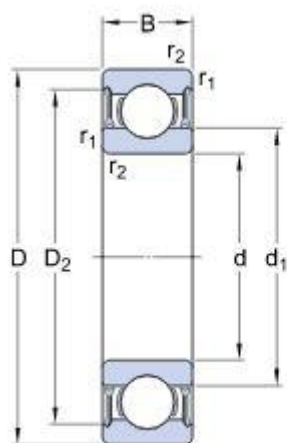
$$P_s = 1000 \cdot 0,56 = 560 \text{ N}. \quad (37)$$

Dinamička opterećenost se računa kao u izrazu (32) i ona iznosi

$$C_{1s} = P_s \cdot \left( \frac{C}{P} \right) = 560 \cdot 7 = 3920 \text{ N}. \quad (38)$$

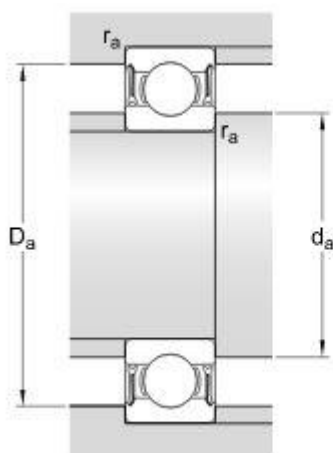
Dinamička nosivost odabranog ležaja iznosi 23,4 kN što je više od izračunate dinamičke opterećenosti dobivene u izrazu (38) što znači da ležaj zadovoljava ovaj uvjet. [13]

Osim dinamičke nosivosti ležaja, treba obratiti pozornost i na minimalni promjer na koji ležaj može naliježati. U ovom slučaju ležaj naliježe na navojno vreteno promjer 32 mm. Dodatne dimenzije na kojima se vidi da ovaj ležaj odgovara i ovom kriteriju prikazan je na slici 17. Kako ležaj zadovoljava sve postavljene uvjete, odabiramo ga za slobodno ležajno mjesto na navojnom vretenu.



d	25	mm
D	62	mm
B	17	mm
d <sub>1</sub>	≈ 36.6	mm
D <sub>2</sub>	≈ 52.7	mm
r <sub>1,2</sub>	min. 1.1	mm

Slika 16. Kuglični ležaj 6305-2RZ [13]



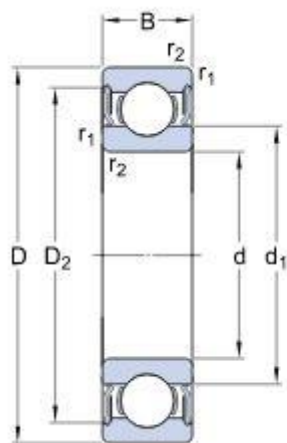
d <sub>a</sub>	min.	32	mm
d <sub>a</sub>	max.	36.5	mm
D <sub>a</sub>	max.	55	mm
r <sub>a</sub>	max.	1	mm

Slika 17. Dodatne dimenzije slobodnog ležaja [13]



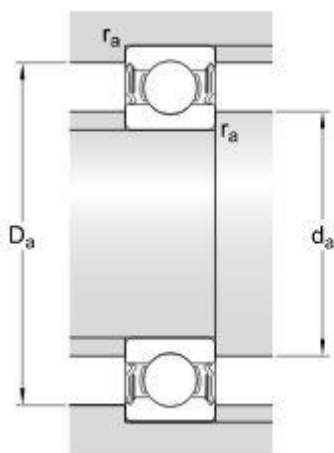
#### 4.4.3. Odabir ležaja za natezne lančanike

Kod nateznog lančanika moramo imati dva ležaja jer se natezni lančanik nalazi na malom vratilu. Kako je ukupna vučna sila dobivena u izrazu (27) relativno mala, nema potrebe proračunavati vratilo. Ležaj koji će biti korišten na vratilu nateznog lančanika prikazan je na slici 18 i oznaka mu je 6008-2RS1.



d	40	mm
D	68	mm
B	15	mm
d <sub>1</sub>	≈ 49.25	mm
D <sub>2</sub>	≈ 61.1	mm
r <sub>1,2</sub>	min. 1	mm

Slika 18. Kuglični ležaj 6008-2RS1 [13]



d <sub>a</sub>	min.	44.6	mm
d <sub>a</sub>	max.	49.2	mm
D <sub>a</sub>	max.	63.4	mm
r <sub>a</sub>	max.	1	mm

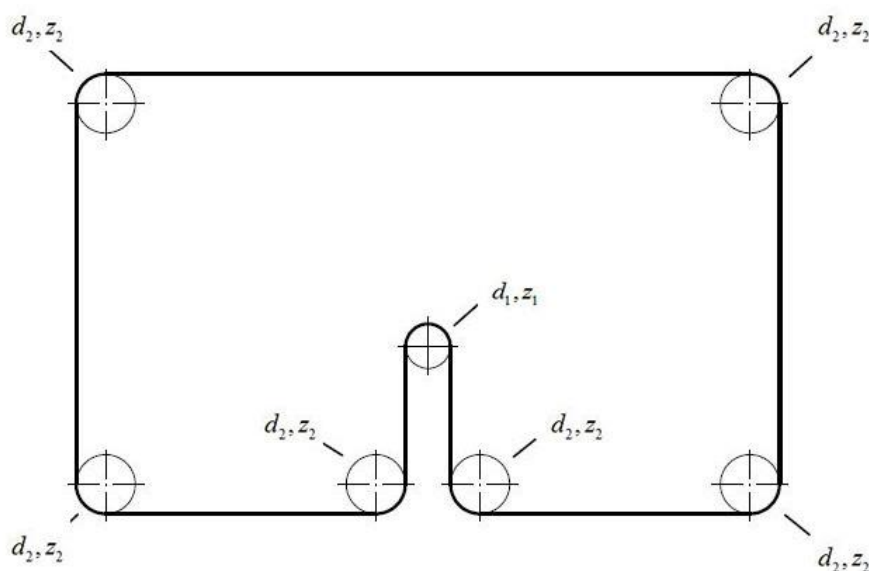
Slika 19. Dodatne dimenzije ležaja nateznog lančanika [13]

Dinamička nosivost ležaja iznosi 17,7 kN, a statička 11 kN što je gotovo jednako kao i kod ležaja 6305-2RZ. Kako ovdje djeluje jako mala sila u usporedbi sa silom na navojnom vretenu (dva reda veličine manja), a nosivosti ležajeva su gotovo jednake, nije potrebno proračunavati ležaj jer je jasno vidljivo da odgovara.



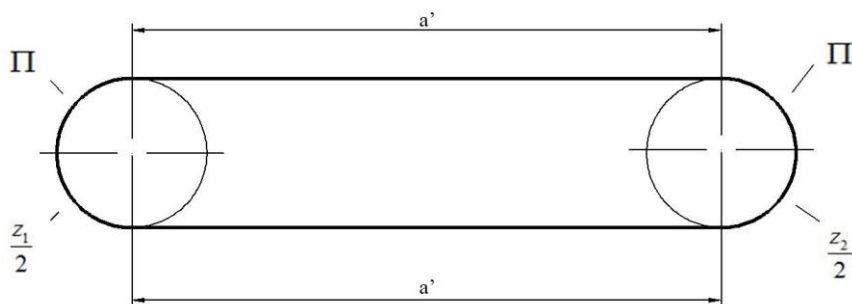
#### 4.5. Računanje duljine lanca

Lančani krug koji se nalazi na spravi izgleda kao na slici 20. Sastoji se od četiri lančanika na navojnim vretenima u uglovima sprave, dva natezna lančanika i jedan pogonski u sredini. Kao što se vidi u poglavlju 4.3., imamo dvije vrste lančanika.



Slika 20. Lančani krug

Kako bi izračunali duljinu potrebnog lanca i njegov broj članaka, koristiti ćemo se modificiranom formulom iz izraza (39) koja se koristi za računanje broja članaka u otvorenom lančanom prijenosu prema slici 21.



Slika 21. Običan/opći lančani krug

$$X_L = 2 \frac{a'}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left( \frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \Pi} \right)^2 \cdot \frac{p}{a'} \quad (39)$$

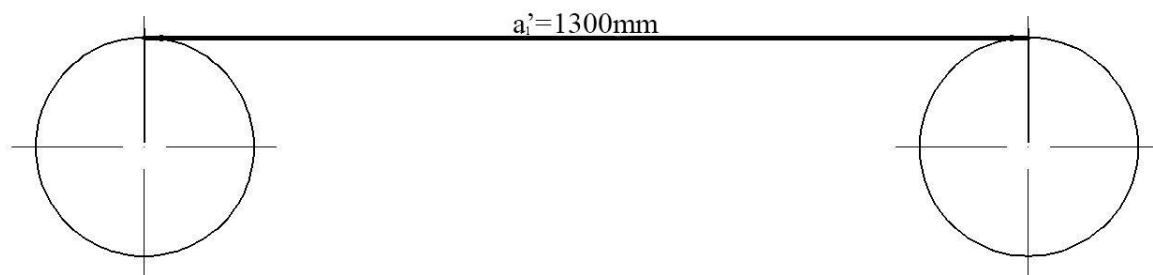
Kako ova sprava ima složeniju kombinaciju lančanika nego slika 21, moramo cijeli lančani krug podijeliti na više dijelova, prilagoditi izraz (39) i računati za svaki dio posebno te na kraju zbrojiti vrijednosti.

#### 4.5.1. Prvi dio

Prvi dio lančanog kruga izgleda kao na slici 22. Kod njega nisu obuhvaćeni zubi u zahvatu, već se u izračun uzima samo udaljenost između osi lančanika. Prilagođeni izraz (39) daje nam broj članaka za prvi dio,

$$X_{L1} = \frac{a'}{p} = \frac{1300}{12,7} = 102,36 \rightarrow X_{L1} = 102. \quad (40)$$

Broj članaka se zaokružuje na cijeli broj.

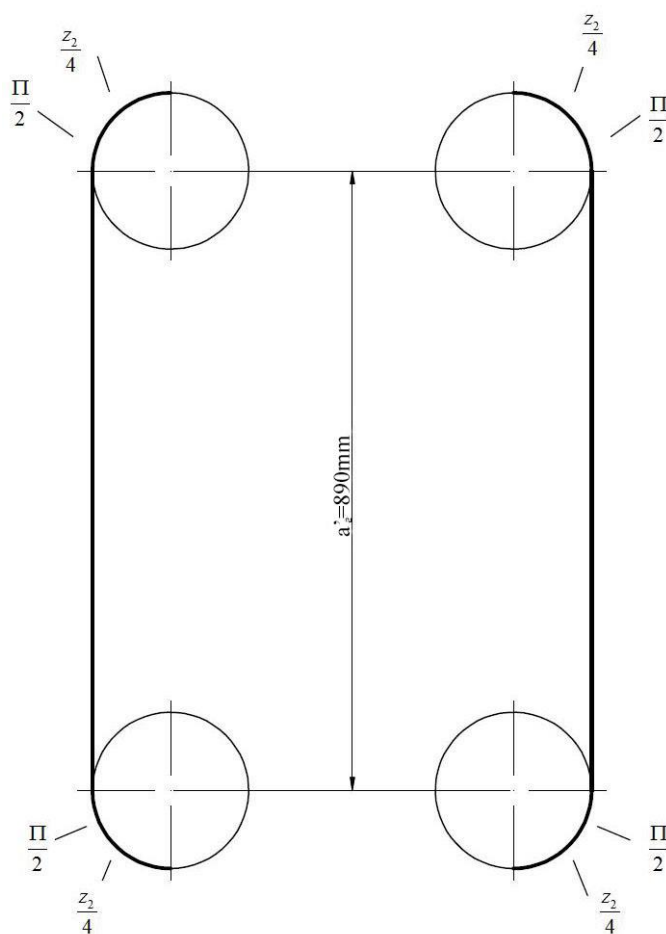


Slika 22. Prvi dio lančanog kruga

#### 4.5.2. Drugi dio

Drugi dio obuhvaća lijevu i desnu vanjsku stranu lančanog kruga sprave. Oni imaju isti broj članaka, obuhvaćaju istu dužinu i broj zubiju. Dio je prikazan na slici 23. Za razliku od prvog dijela, ovdje nam lanac obuhvaća četvrtinu zubiju na lančaniku pa mu se broj članaka računa prema izrazu (41)

$$X_{L2} = \frac{a'}{p} + z_2 = \frac{890}{12,7} + 23 = 93,08 \rightarrow X_{L2} = 93. \quad (41)$$

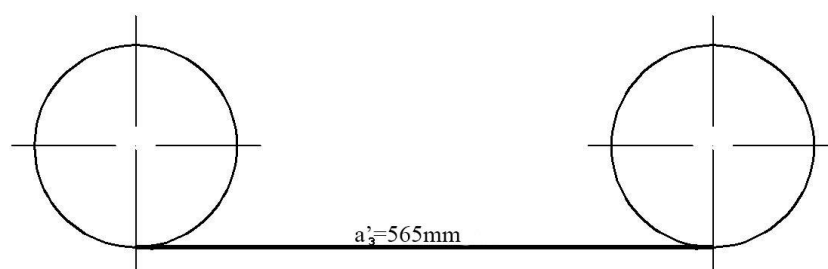


Slika 23. Drugi dio lančanog kruga

#### 4.5.3. Treći dio

Treći dio se proteže od kraja lanca na drugom dijelu pa sve do nateznog lančanika, ali mu ne obuhvaća niti jedan zub.

$$X_{L3} = \frac{a'}{p} = \frac{565}{12,7} = 44,49 \rightarrow X_{L3} = 45. \quad (42)$$

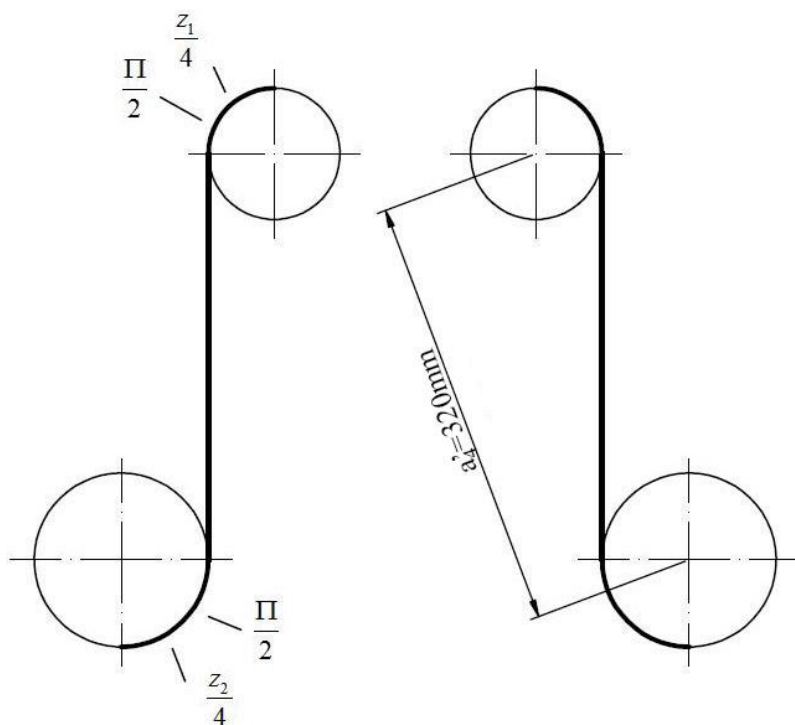


Slika 24. Treći dio lančanog kruga

#### 4.5.4. Četvrti dio

Četvrti dio jedini ima dvije vrste lančanika, odnosno lančanike sa različitim brojem zubi. Slučaj je prikazan na slici 25.

$$X_{L4} = \frac{a'}{p} + \frac{z_1 + z_2}{4} + \left( \frac{z_2 - z_1}{\Pi} \right)^2 = \frac{320}{12,7} + \frac{23+19}{4} + \left( \frac{23-19}{\Pi} \right)^2 = 35,76 \rightarrow X_{L4} = 36. \quad (43)$$



Slika 25. Četvrti dio lančanog kruga

#### 4.5.5. Ukupan broj članaka

Za dobivanje ukupnog broja članaka lanca moramo zbrojiti sve dijelove, s time da svaki dio osim prvog moramo pomnožiti sa dva jer lančani krug simetričan okomito na prvi dio. Tako dolazimo do izraza za ukupni broj članaka

$$X_{uk} = X_1 + 2 \cdot X_2 + 2 \cdot X_3 + 2 \cdot X_4 = 102 + 2 \cdot 93 + 2 \cdot 45 + 2 \cdot 36 = 450. \quad (44)$$

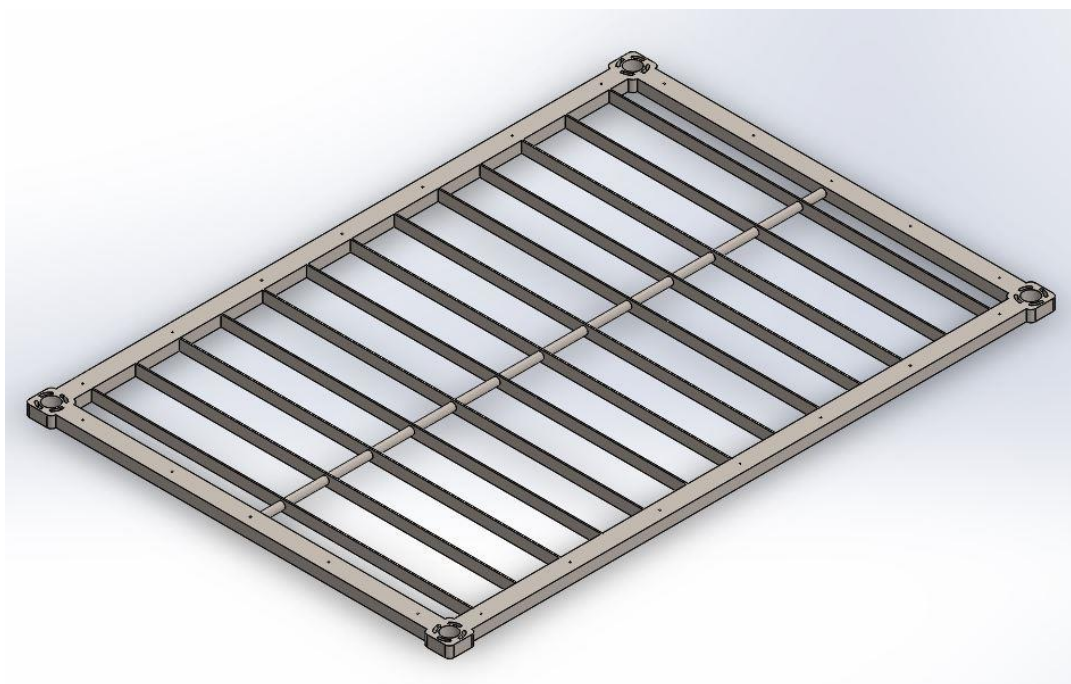
Duljina lanca se izračuna tako da se ukupan broj članaka pomnoži sa korakom lanca,

$$L = p \cdot X_{uk} = 12,7 \cdot 450 = 5715 \text{ mm}. \quad (45)$$

## 5. MODELI I KONSTRUKCIJA

### 5.1. Platforma

Glavni dio sprave je platforma na koju vježbač skače. Kako je već napisano u proračunu snage elektromotora, težina platforme ne smije biti veća od 300 N. To je postignuto tako što platforma ima oblik četverokuta, a u uglovima su napravljeni provrti za navojno vreteno i provrti za spajanje platforme sa maticama koje će ju podizati i spuštati. Rubovi platforme spojeni su šupljim pravokutnim profilima debljine stijenke 3 mm. Gornji dio stijenke na određenim razmacima ima provrte promjera 3,3 mm koji služe za spajanje lima koji dolazi na platformu pomoću blok zakovica. Sredina platforme sadrži pravokutne šipke širine 3 mm razmaknute po 100 mm, a po sredini su spojene šipkom okruglog profila. Ovim načinom platforma dobiva na krutosti i čvrstoći, a masa se minimizira. Lim koji se postavlja služi da se na njega postavi posebna spužva na koju će vježbač doskočiti. Spužva je napravljena od materijala EVA (etilen vinil acetat) koji se najčešće koristi za izradu mekih podloga za vježbanje.

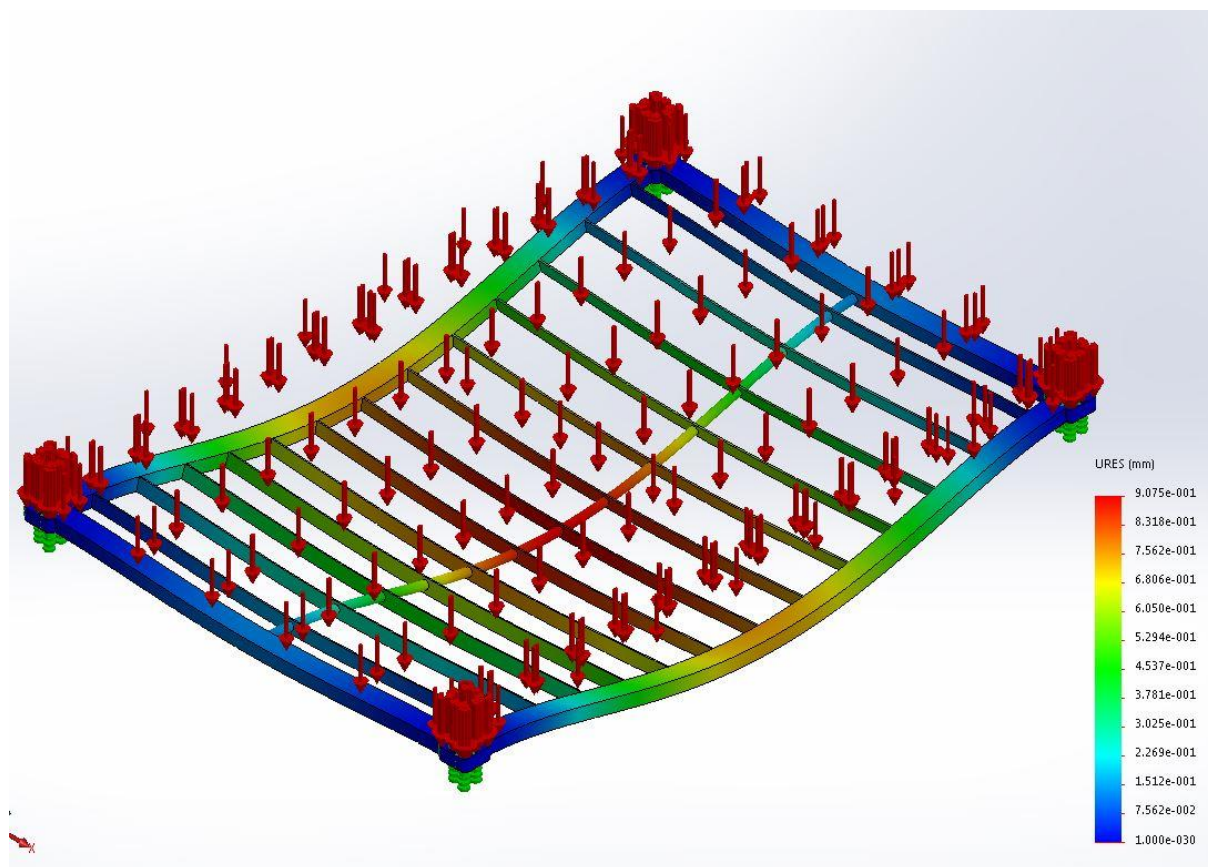


Slika 26. Platforma

Platforma je podvrgnuta FEM analizi u SolidWorksu 2015 kako bi se vidjeli pomaci. Analiza je napravljena za 3 slučaja sa istim iznosom opterećenja. Opterećenje s kojim se računalo je

3000 N. Prvi slučaj je opterećenje po cijeloj površini platforme i zadana je tlak od  $14500 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ .

Rezultat je prikazan na slici 27.

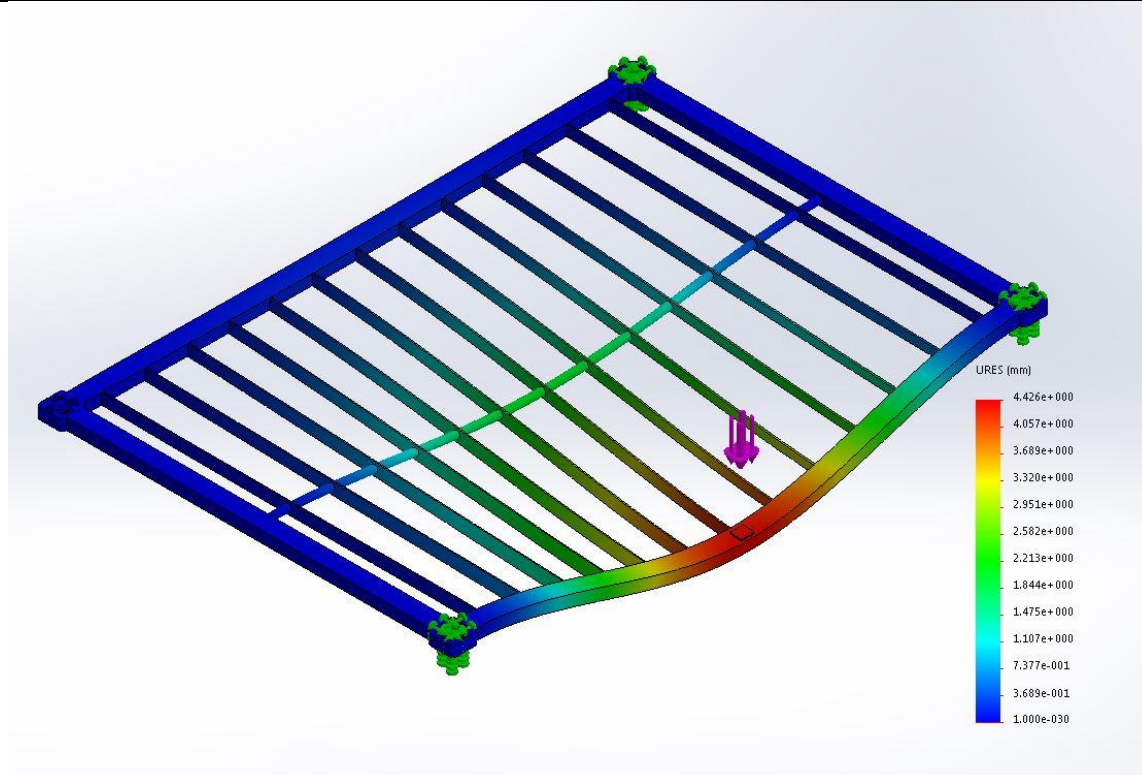


**Slika 27. Pomak za tlačno opterećenje po cijeloj površini**

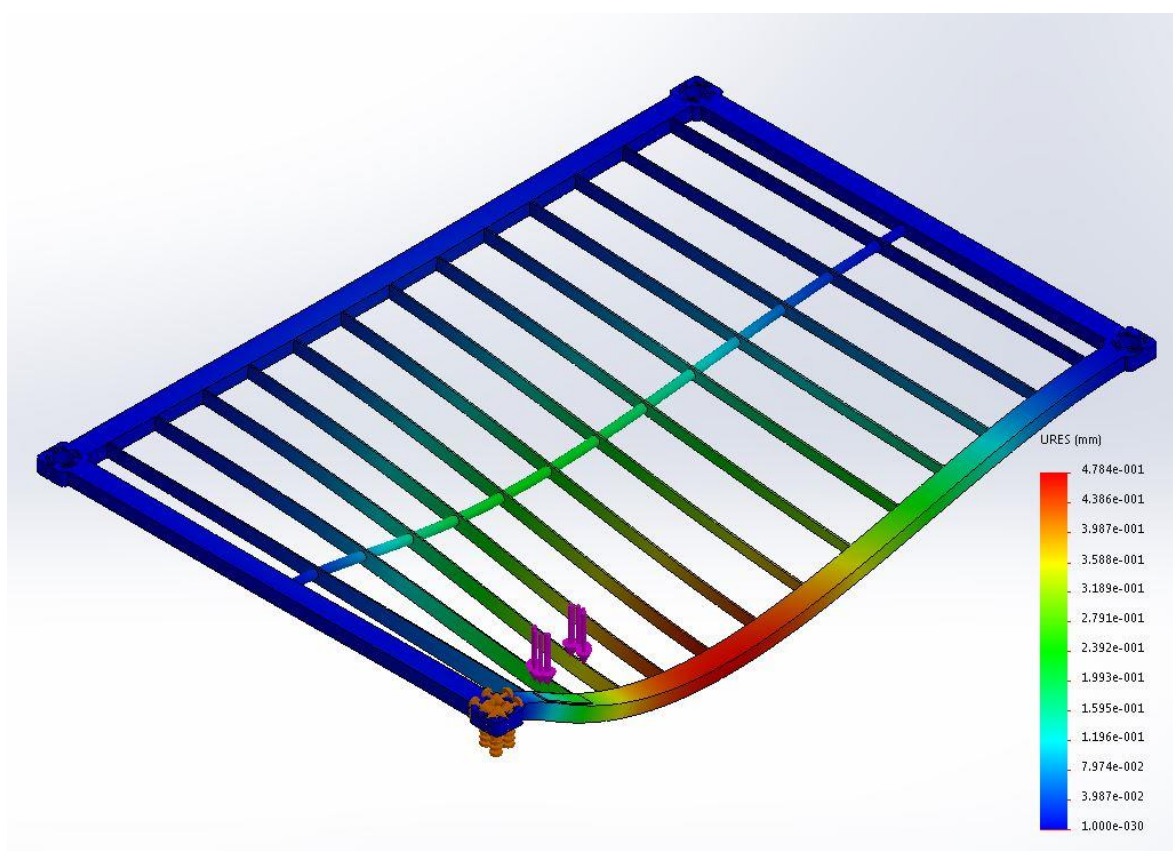
Najveći pomak dobiven je na sredini sprave i iznosi 9mm što je manje od 1%.

Drugi slučaj je tlačna sila na sredinu pravokutnog profila, a treći slučaj je uz provrt na navojno vreteno. To su najkritičnija mjesta za maksimalno opterećenje te su stoga samo oni uzeti u obzir. Rezultati su prikazani na slikama 28 i 29.





Slika 28. Pomak za opterećenje na sredini profila


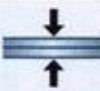
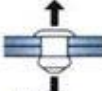
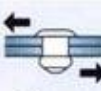
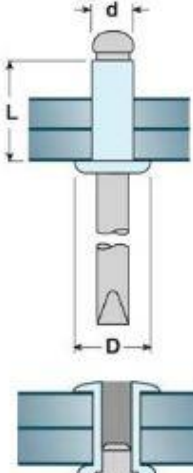


Slika 29. Pomak za opterećenje blizu provrta

Kao što se vidi na slikama, pomaci ne prelaze 5mm, što je više nego zadovoljavajuće. Treba uzeti u obzir da su opterećenja računata za platformu bez lim i spužve koje bi dodatno smanjile opterećenja i pomak.

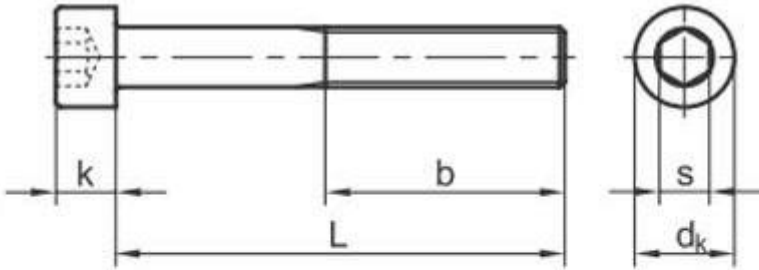
Za spajanje lima i platforme koriste se blok zakovica prema standardu DIN7337 čelik-čelik. Koriste se blok zakovice duljine 8 mm i promjera 3,2 mm koje daju dovoljno maksimalno opterećenje na vlak i smik, pogotovo jer ih se koristi 24 komada. Dimenzije blok zakovica prikazane su u tablici 5.

Tablica 5. Dimenzije blok zakovica [15]

d mm	L mm	D mm		 mm	 N	 N	
3,2	6	6,5	3,3	1÷3	1590	1220	
	7			3÷4			
	8			3÷5			
	9			5÷6			
	10			5÷7			
	11			7÷8			
4	12	8	4,1	8÷9	2800	1900	
	6			1÷2			
	7			2÷3			
	8			2÷4			
	9			4÷5			
	10			4÷6			
	11			6÷7			
	12			6÷8			
	14			8÷10			
	16			10÷12			
	18			12÷14			
	20			14÷16			
	24			16÷20			
	30			20÷26			

Za spajanje platforme sa maticama koriste se minimalno 4 imbus vijka M4 (DIN 912/8.8, ISO 4762, HRN M.B1.120) po navojnom vretenu odnosno matici. Duljina odabranog M4 vijka kreću se od 5mm do 55mm . Ostale dimenzije su prikazane na slici 30.



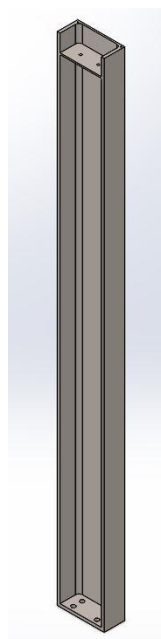


d	M3	M4	M5	M6
$d_k$	5	5,5	7	8,5
k	3	4	5	6
s	2,5	3	4	5
b1)	18	20	22	24

Slika 30. Imbus vijak M4 [16]

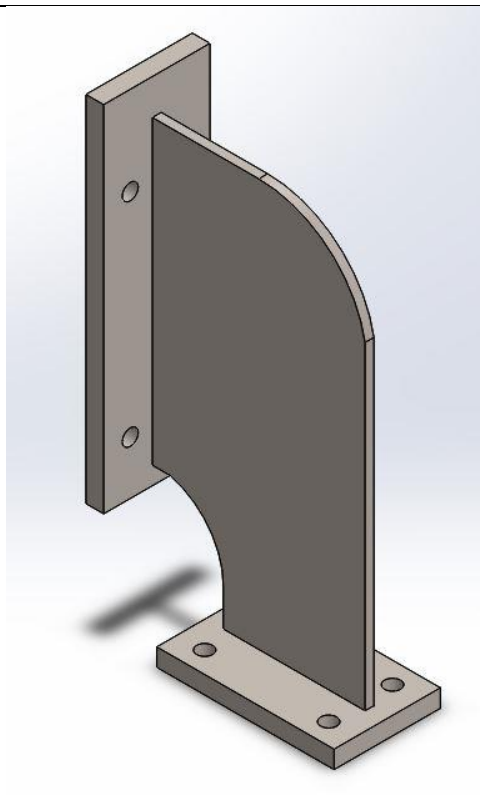
## 5.2. Nosivi okvir

Kao nosivi okvir koriste se četiri UPE 160 profila koja su sa podnožjem spojena sa četiri M10 navoja, a također imaju i potpore sa strane. UPE profil izrađen je prema DIN 1026-2: 2002-10. [17]



Slika 31. UPE profil

Četiri UPE profila nalaze se u uglovima podnožja. Služe za određivanje gabaritnih mjera sprave te učvršćuju vrhove navojnog vretena. U podnožju profila stoje potpore kao dodatno osiguranje koje sprječavaju pomicanje pri radu i upotrebljavanju sprave.



**Slika 32. Potpora UPE profilima**

Preko nosećih profila postavljene su i držači zaštitnog stakla *spideri* koji nose zaštitno staklo izrađeno od pleksiglasa.



**Slika 33. Nosač zaštitnog stakla [18]**

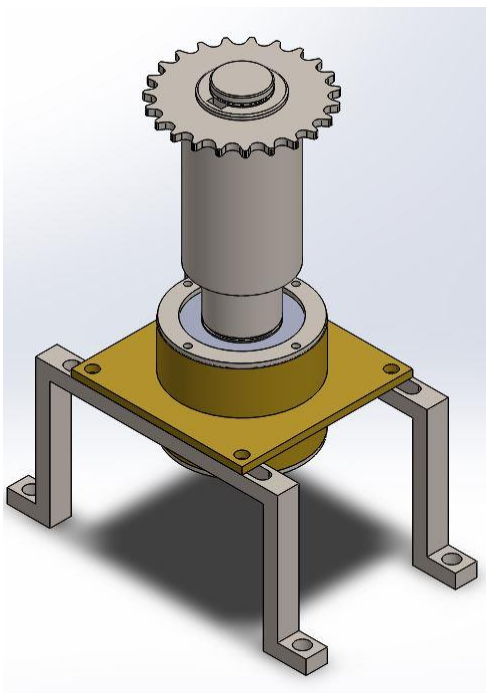
Na prednje desnom UPE nosaču imamo rupu koja služi za umetanje kontrolnog tipkala kojim se pokreće elektromotora, odnosno platforma. Tipkalo ima dva gumba, gore i dolje, odnosno pritisak na jednu od tipki pokreće elektromotor i okreće pogonsko vratilo u zadanu stranu. Jednostavnim tipkalom dobili smo lagano i intuitivno upravljanje spravom.



**Slika 34. Tipkalo [19]**

### **5.3. Natezni lančanik**

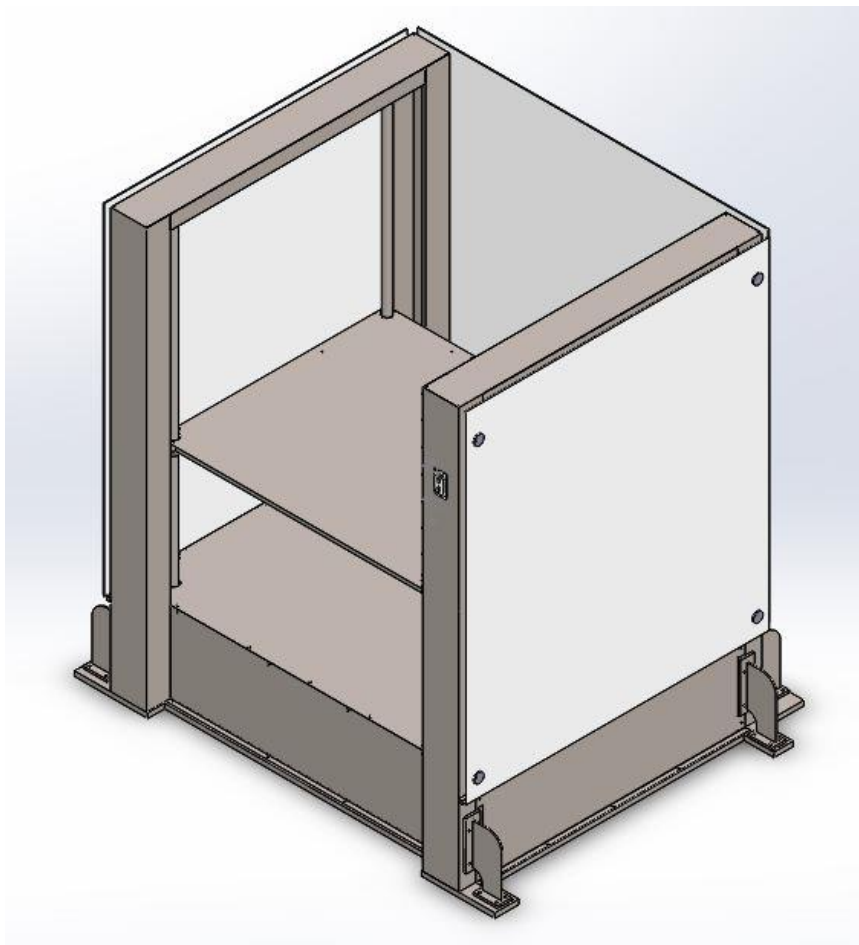
Natezni lančanik služi za zatezanje lanca kada dotični olabavi. Sastoji se od čahure koja je smještena na dva noseća profila. Čahura se učvrsti na željenu poziciju pomoću četiri vijka i matice, a kada treba podesiti lanac, vijci se jednostavno odvijaju, sklop nateznog lančanika se pomakne u željenu stranu, a zatim se vijci opet zategnu. Vratilo koje nosi osovinu uležišteno je pomoću dva kuglična ležaja, a na vratilo se postavlja isti gonjeni lančanik koji se koristi i na navojnim vretenima. Korištenjem istog gonjenog lančanika, smanjuje se broj različitih dijelova sprave i pojednostavljuje se izrada. U spravi postoje dva natezna lančanika.



**Slika 35. Sklop nateznog lančanika**

#### 5.4. Sprava u cijelosti

Cijela sprava, sa svim dijelovima prikazana je na slici 36.

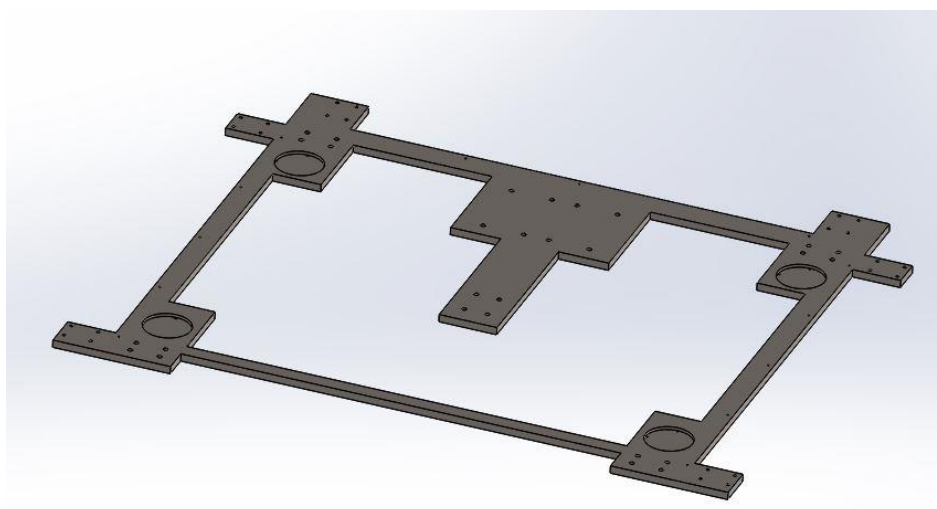


**Slika 36. Sprava**

Gabaritne mjere sprave iznose 1385 mm dubine, 1740 mm širine i 1770 mm visine dok masa sprave iznosi 434 kg. Najveću masu imaju UPE nosači i podnožje. Minimalna visina na koju se platforma može postaviti iznosi 410 mm, dok je maksimalna visina na 1700 mm. Tim visinama pokrivena su sve grupe vježbača, od početnika pa do ekstremnih vježbača i profesionalaca. Širina ulaza iznosi 1130 mm što omogućava nesmetano vježbanje, a može se ići i do 900 mm u dubinu. Negativna strana ovolikih gabaritnih dimenzija je masa, ali dodatnim optimiziranjem i drugačijim odabirom materijala, ona bi se mogla smanjiti. Naravno, velika masa nije toliko negativna sa stajališta stabilnosti proizvoda. Ovako veliku masu gotovo je nemoguće pomaknuti i prevrnuti sa normalnim korištenjem sprave. Stoga kod optimiranja mase trebalo bi pripaziti na mjesto centra mase sprave kako ono ne bi bilo previsoko. Donji dio je omeđen zaštitnim limovima kako do motora i lanca ne bi dolazila prašina i prljavština. Svi zaštitni limovi su spojeni sa navojima M4 i omogućeno je njihovo lagano uklanjanje kako bi se došlo do pogona sprave za potrebe servisiranja i održavanja.

Zaštitni limovi nalaze i na vrhu sprave kao poklopac na U nosačima koji onemogućuju diranje ležajeva i navojnog vretena. Oni također i sprječavaju ulazak prašine. Svi limovi koji se koriste su standardne debljine od 0,5 mm. Zaštitna stakla su postavljena kako osoba koja nije vježbač ne bi mogla doći i ometati rad sprave. Prijedlog za uređenje sprave je da se na zaštitno staklo nasuprot ulaza tijekom izrade oznake visine koje će vježbačima pomoći pri odabiru i bilježenju vježbanja. To se također može riješiti i naljepnicom. Prozirnost i boja zaštitnih stakla ovise o odabiru proizvođača/naručitelja. Postavljanje platforme se može vršiti na više načina. Kod bilo kojeg načina prvo se treba postaviti okvir, pogon, navojna vretena, a zatim zaštitni limovi. Nakon toga se matice mogu postaviti na neku određenu visinu pa se na njih postavlja platforma. Tada se treba dobro pregledati vodoravnost površine, te po potrebi nekim maticama promijeniti visinu. Lakši način bi bio da se sve matice dovedu do najniže visine, a zatim da se na njih postavi platforma i učvrsti. Zatim dolazi lim koji se učvrsti blok zaticima, a na njega se nalijepi spužva za doskok. Postoje razne varijante spužvi/podloga za vježbanje, sa različitim mekoćama, otpornošću na trošenje i debljinom, ali više manje se najčešće koristi materijal EVA (etilen vinil acetat). Rastavljanje i zamjena potrošene spužve bi se obavljalo ili kompletnom zamjenom lima, ili skidanje spužve i stavljanjem nove. Čak niti kompletna zamjena lima nije preskupa opcija jer je lim standardne debljine, relativno velikih dimenzija koje ne zahtijevaju puno rezanja i ima samo četiri provrta.

Najteži dio, što masom, što veličinom što načinom izrade je podnožje. Ono mora imati veliku masu kako bi bilo stabilno i kako se ne bi pomicalo. Također mora imati provrte za druge dijelove i sklopove koji se na njega vežu, a to su gotovo svi.



**Slika 37. Podnožje**

Kod izrade podnožja koristi se čelik St 42-2. Problem kod izrade zasigurno zadaje oblik i to što ima puno otpada. Ovim oblikom postigli smo zadovoljavajuću masu, a ispunili sve zahtjeve za provrtima. Masa ovakvog podnožja iznosi 100 kg i debljine je 20mm. Kada bi imali samo četverokutnu ploču debljine 20 mm, a gabaritnih dimenzija bez ikakvih izreza, podnožje bi imalo gotovo 300 kg, što je previše. Ovim rezanje i oblikovanje izgubila se gotovo trećina mase, a glavna funkcija je i dalje zadovoljena. Iako je ova masa puno manja od 300 kg, i dalje postoji problem za podizanje podnožja. To se rješava tako da se u četiri provrta, jedna u svakom uglu, postave kuke kao na slici 38, a zatim se pomoću dizalice i sajli podnožje sprave podigne. Naravno, mogu se koristiti i dvije kuke, pa da se samo jedan kraj podigne i postavi na viličar. Nakon podizanja i pomicanja, kuke se jednosavno uklone.



**Slika 38. Kuka s navojem za podizanje [20]**

Sprava se sastavlja na licu mjesta. To je velika prednost jer je stoga pakiranje puno lakše i ekonomičnije, a za sastavljanje su potrebni samo osnovni alati. Svi glavni dijelovi se jednostavno spajaju pomoću vijaka. To također omogućuje jednostavno rastavljanje i premještanje. Velika prednost ove sprave je i to što ne zahtjeva poseban napon, već može raditi na gradskoj mreži. Iako većina teretana i mjesta gdje bi se ova sprava koristila ima posebnu struju zbog velikog broja sprava i drugih električnih uređaja, ovo dosta olakšava situaciju kod biranja mjesta postavljanja sprave.

## 6. ZAKLJUČAK

U svijetu tjelovježbe postoji jako puno načina vježbanja, a tako i sprava za vježbanje. Koji je cilj vježbanja te koji je način na koji će se taj cilj postići, najviše ovisi o samoj osobi. Najbitnije je da se ljudi nečime bave. Unatoč velikom broju sprava i uređaja koji pomažu da se dođe u željenu formu, postoji velika potreba za spravama koje nisu u potpunosti izolacijske, nego postižu efekt vježbanja cijeloga tijela jednim načinom vježbanja. Sprave koje se mogu vidjeti u teretanama širom svijeta, većinom izoliraju jedan mišić ili maksimalno jednu skupinu mišića. Za vježbanje gdje nam radi cijelo tijelo, uglavnom ne postoje sprave, nego se obavljaju određene vježbe, točnije vrste vježbanja. To može biti sve od trčanja pa do aerobika. Sprava koja se koristi za vježbanje cijeloga tijela izvršavajući vježbe iskoraka i skakanja opisana je i koncipirana u ovom radu. To je platforma koja se pomoću elektromotora postavi na željenu visinu, a zatim osoba može obavljati vježbe skakanja i iskoraka, sa ili bez opterećenja, iz stajalice pozicije ili čučnja i tako dalje. Varijacija na temu je mnogo. Bitna prednost je to što za te vježbe radi cijeli donji dio tijela, mišići trbuha te donji dio leđa; drugim riječima samo gornji dio trupa radi u manjoj mjeri.

Glavna funkcija koja se mora ispuniti je podizanje i spuštanje platforme, te njezino zaključavanje na određenoj visini. Za maksimalnu visinu koju platforma ne bi smjela prelaziti u donjem položaju određena je visina od 450 mm, a maksimalna visina kada je platforma podignuta mora biti barem 1500 milimetara. Paralelnom usporedbom prednosti i nedostataka različitih koncepata izabrali smo onaj najbolji, a to je koncept sa navojnim vretenima koji pokreću platformu pomoću lanca, a lanac odnosno lančanike pokreće elektromotor. Odabrani koncept pruža najveći raspon postavljanja visine, pogon se ostvaruje relativno jednostavno te se visina postavlja pomoću tipkala za gore i dolje, bez ulaganja ikakvog napora od strane korisnika, a to su bili glavni razlozi zašto je odabran taj koncept. Za pogonski mehanizam odabran je Končarev jednofazni elektromotor oznake 5AZC 71A-6. Odabir elektromotora vršen je tako što su se gledali broj okretaja, snaga i dimenzije. Odabrani motor daje 940 okretaja u minuti, snage je 120 W i dužina motora je 235 mm. Kako motor mora imati hlađenje, on nije instaliran direktno na pod, nego mu je ostavljeno 50 mm prostora. Ležajevi koji se koriste imaju zaštitne brtve kako u njih ne bi ulazila prašina i ostale nečistoće, a proračunati su da traju barem dvije godine uz svakodnevno korištenje po deset sati na dan. Naravno, unatoč tome, donji dio gdje su elektromotor, lančanici, lanac i ostali dijelovi, ima

svoj poklopac kako korisnik ne bi mogao doći u kontakt s pogonom sprave, tj. da bi se izbjegle i ozljede korisnika i oštećenje uređaja.

Sprava opisana u ovom radu sigurno bi imala svoju primjenu u fizikalnoj terapiji, kineziterapiji i pripremi svih razina sportaša, od amatera do profesionalaca. Sprava bi bila dio ponude raznih sportskih centara, dvorana, rehabilitacijskih ustanova i teretana širom svijeta. Kao što je rečeno u uvodu, broj korisnika teretana i općenito vježbača u svijetu sve je više, ljudi sve više vode brigu o svome zdravlju i to je svakako za pohvalu. Internet je prepun video zapisa koji prikazuju razne vježbe i vježbače od kojih se može naučiti i kako vježbati, ali i kako ne vježbati. Postoji također puno snimaka gdje se vidi kako si ljudi postavljaju nekoliko klupica za step ili si posložene utege za šipku jedne na drugu, a zatim skaču na to. Takvi načini vježbanja redovito završene s neuspjehom, a moguće i ozljedom. U tim slučajevima bi ova sprava savršeno poslužila i riješila probleme postavljanja visine te stabilnosti. Sprava je namjerno vrlo visoka kako bi mogla pružiti dovoljno zahtjevne visine čak i ekstremnim vježbačima. Pregledom tržišta vidjelo se da nema sprave za ovakve vježbe, a pogotovo sprave koja pruža ovako veliki raspon mogućih visina za postavljanje, stabilnost i sigurnost od prevrtanja, jednostavno održavanje, intuitivno kontroliranje postavljene visine te mogućnost podnošenja velikih opterećenja. Mjesta za poboljšanje proizvoda uvijek ima, primjerice estetska poboljšanja i smanjenje mase sprave. Smanjenje mase nikako ne smije utjecati na stabilnost. Izradom prototipa omogućilo bi se uklanjanje eventualnih manjkavosti proizvoda, a tako bi se sprava mogla i testirati. U testnu fazu bi trebali biti uključene osobe iznadprosječne visine i kilaže kako bi se potvrdila nosivost platforme. Njihovim testiranjem bi se također utvrdilo trebali li dodatno proširiti razmak između nosača kako oni ne bi došlo do ozljeđivanja i smetnji vježbača. Sve u svemu, sprava poput ove, zasigurno bi bila dobrodošla na tržištu.



## LITERATURA


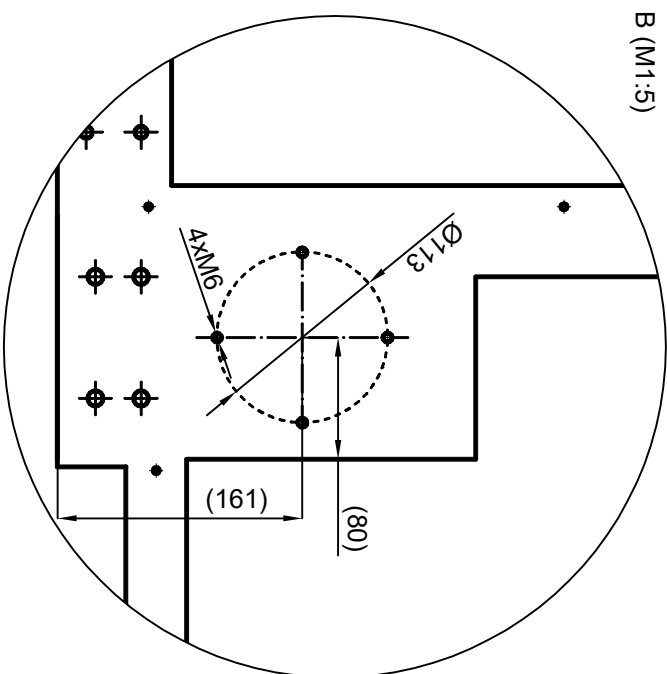
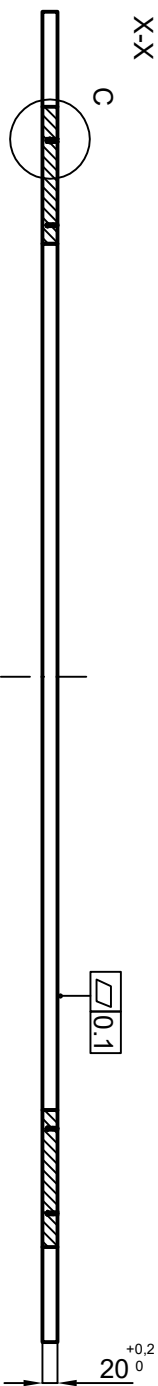
- [1] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> ,prosinac 2015.
- [2] <http://www.statista.com/statistics/275035/global-market-size-of-the-health-club-industry/> , prosinac 2015.
- [3] <http://www.statista.com/statistics/273068/total-number-of-health-clubs-worldwide-by-region/> ,prosinac 2015.
- [4] <http://www.digitaltrends.com/mobile/google-play-store-2014-most-downloaded-apps/> , prosinac 2015.
- [5] <http://www.statista.com/statistics/413265/health-and-fitness-tracker-worldwide-unit-sales-region/> , prosinac 2015.
- [6] [http://www.enterpan.co.rs/index\\_files/Page759.htm](http://www.enterpan.co.rs/index_files/Page759.htm) , prosinac 2015.
- [7] <http://sport.ghia.hr/wp-content/uploads/2012/06/GS1012.jpg> , prosinac 2015.
- [8] <http://www.amazon.co.uk/Klarfit-FIT-ST1-Aerobic-Fitness-Non-slip/dp/B00746PNAU> , prosinac 2015.
- [9] Krautov strojarski priručnik, Sajema d.o.o., 2009.
- [10] Karl-Heinz Decker: Elementi strojeva, Golden marketing, Tehnička knjiga Zagreb, 2006.
- [11] Herold – Žeželj: Vijčana preša, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2009.
- [12] [http://www.koncar-mes.hr/wp-content/uploads/katalozi/katalog\\_elektromotori\\_hr\\_en\\_de.pdf](http://www.koncar-mes.hr/wp-content/uploads/katalozi/katalog_elektromotori_hr_en_de.pdf) , svibanj 2016.
- [13] <http://www.skf.com/> , svibanj 2016.
- [14] SKF opšti katalog, Elanders, 1984.
- [15] <http://www.vijakom.hr/proizvod.aspx?rbr=8> , lipanj 2016.
- [16] <http://www.rotometal-promet.hr/proizvod.aspx?rbr=109> , lipanj 2016.
- [17] <http://www.b2bmetal.eu/u-sections-upe-specification> , lipanj 2016.
- [18] <http://www.prosteel.hr/proizvodi/spyder.php> , lipanj 2016.
- [19] <http://www.schrack.hr/trgovina/dvostruko-svjetlece-tipkalo-crn-crn-strelice-gore-dolje-mm216710.html> , lipanj 2016.
- [20] <http://www.wurth.ba/Resources/Images/Products/bilder/39326.jpg> , lipanj 2016.

## **PRILOZI**

- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija

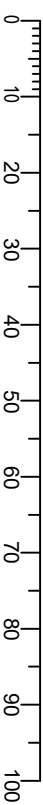
## **PRILOG**

*Tehnička dokumentacija*



Objekt:

**Materijal: St 42-2**

1:10

1

2

3

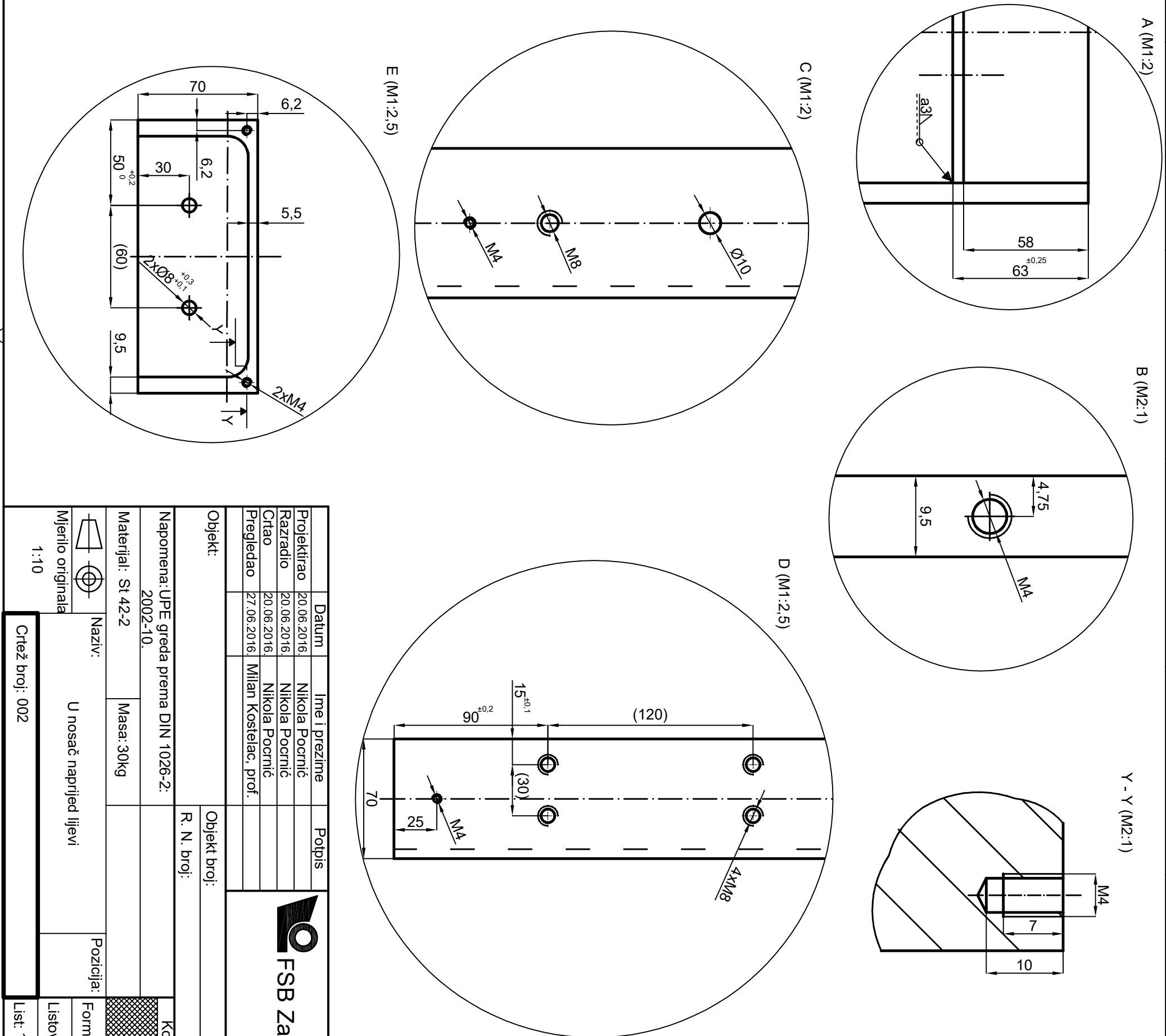
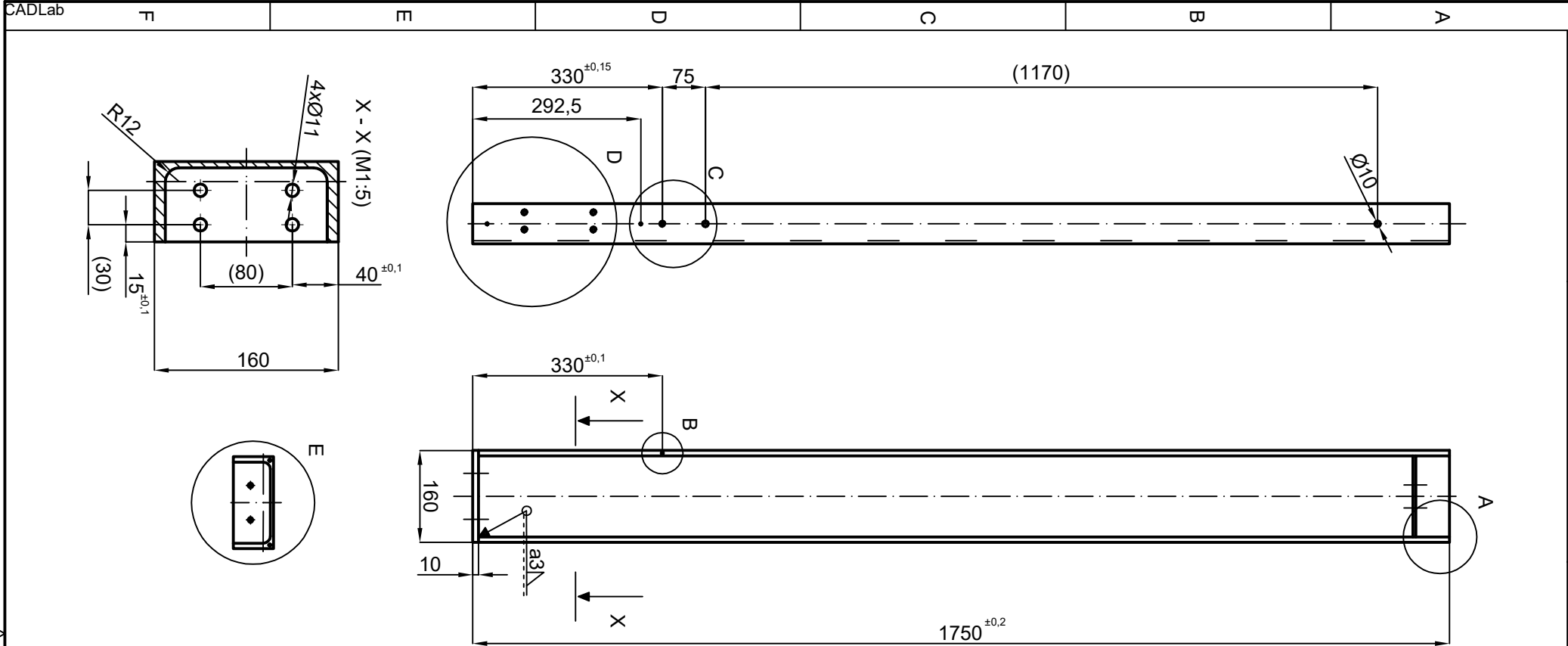
4



5

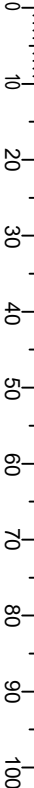
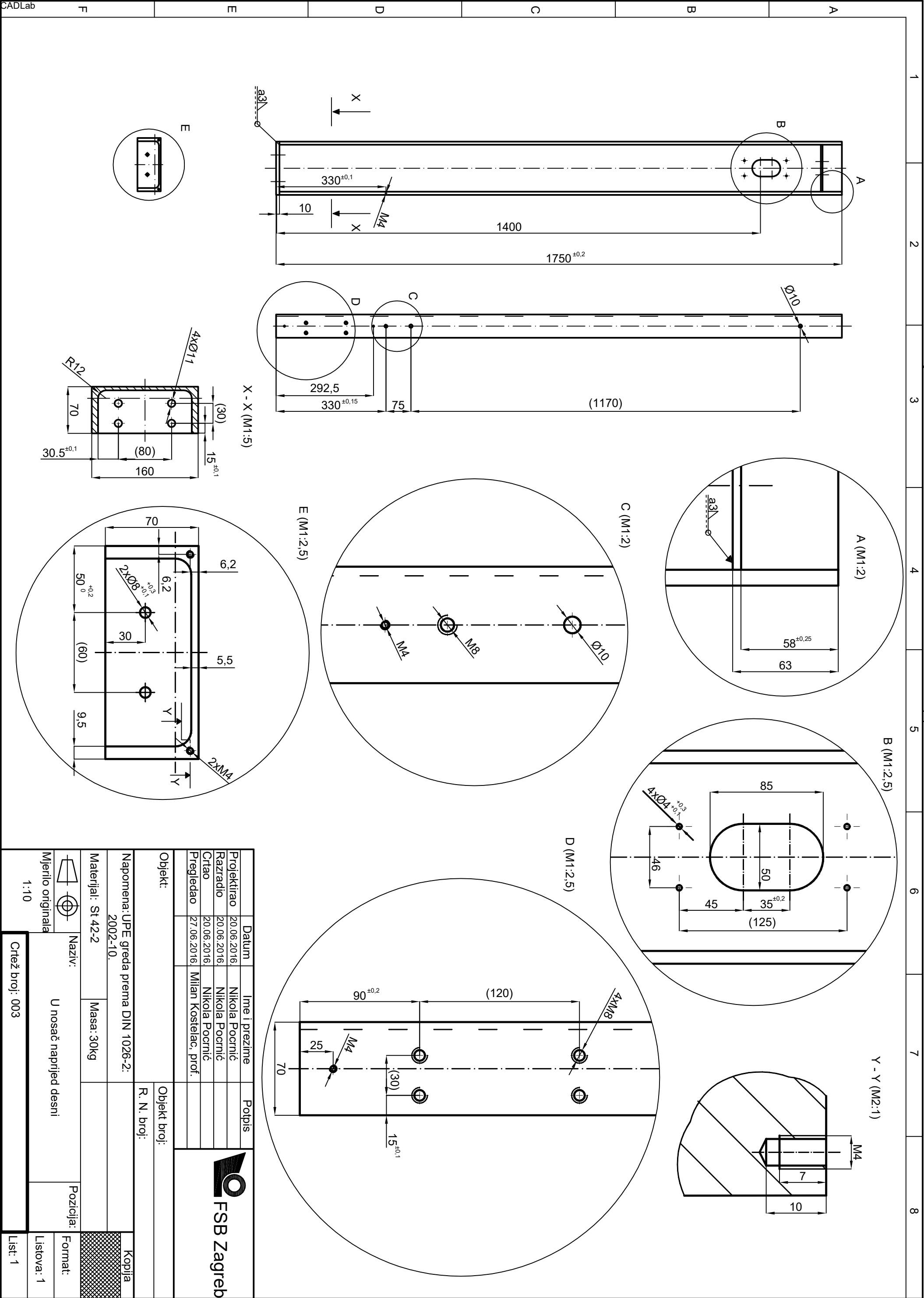
6

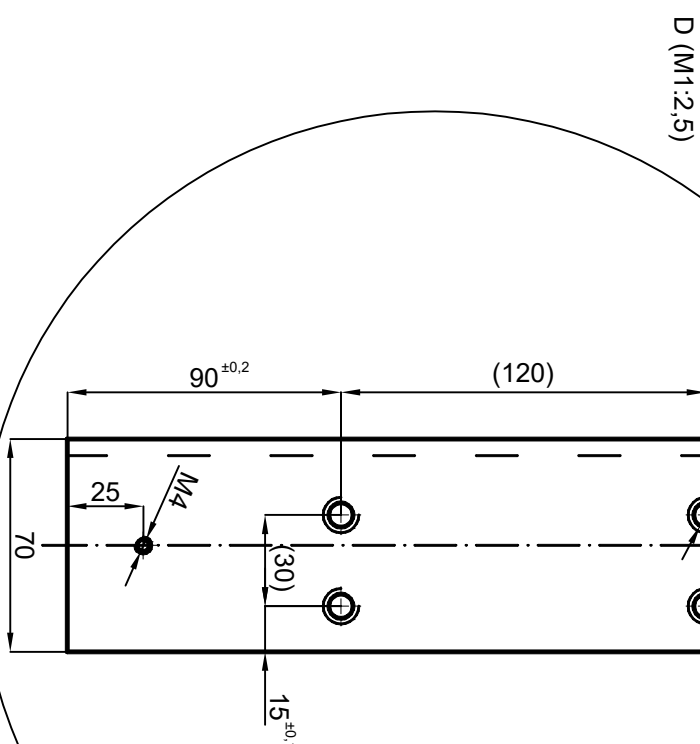
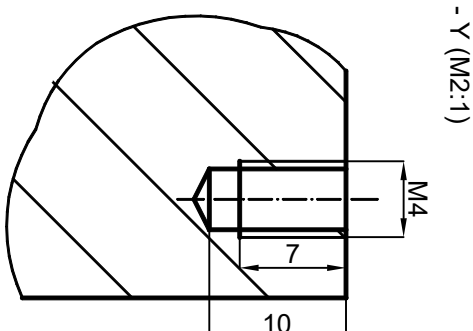
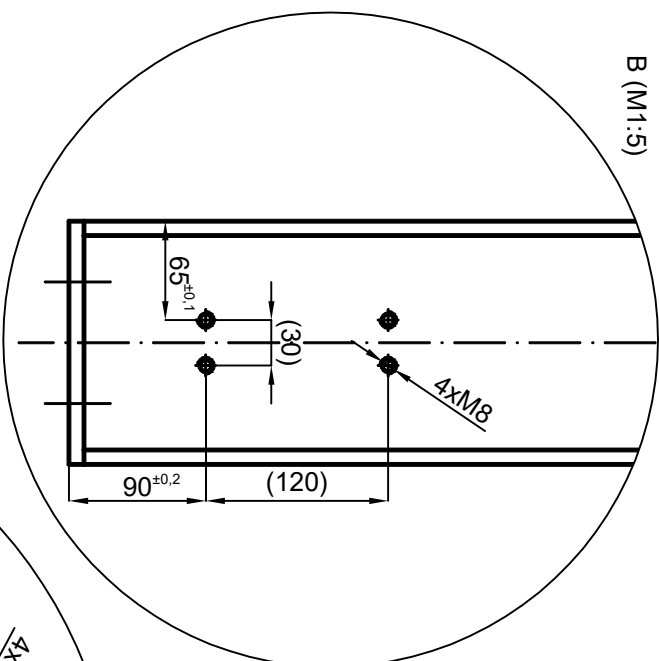
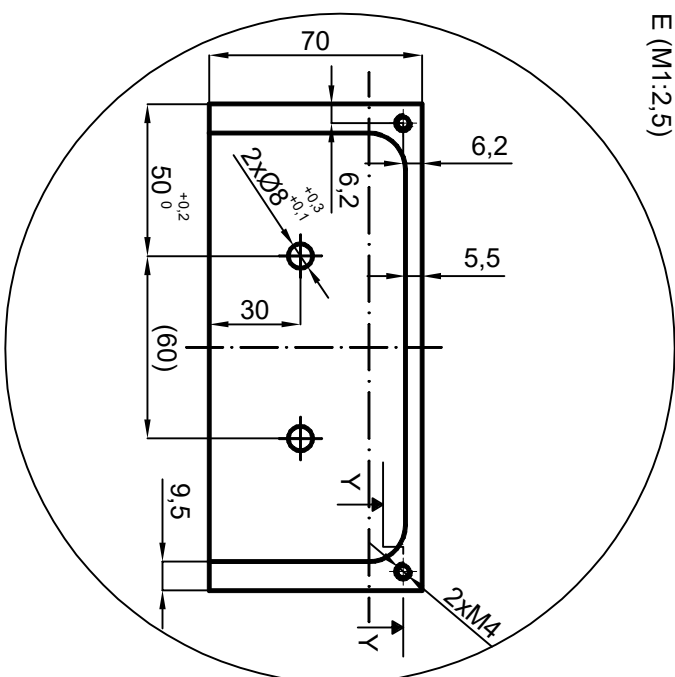
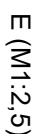
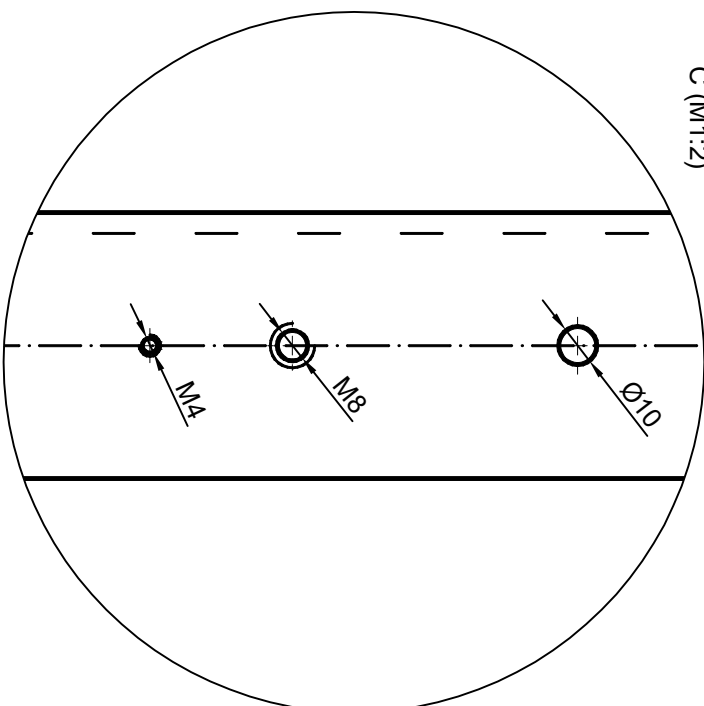
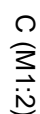
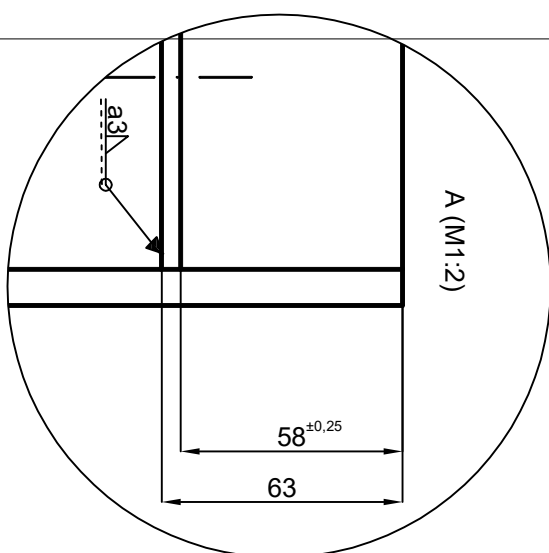
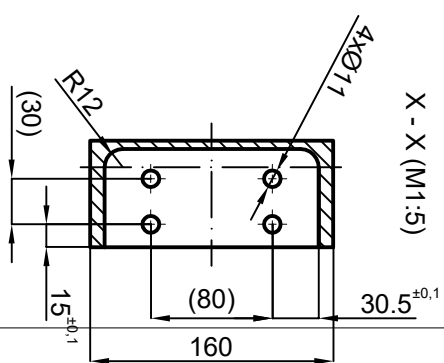
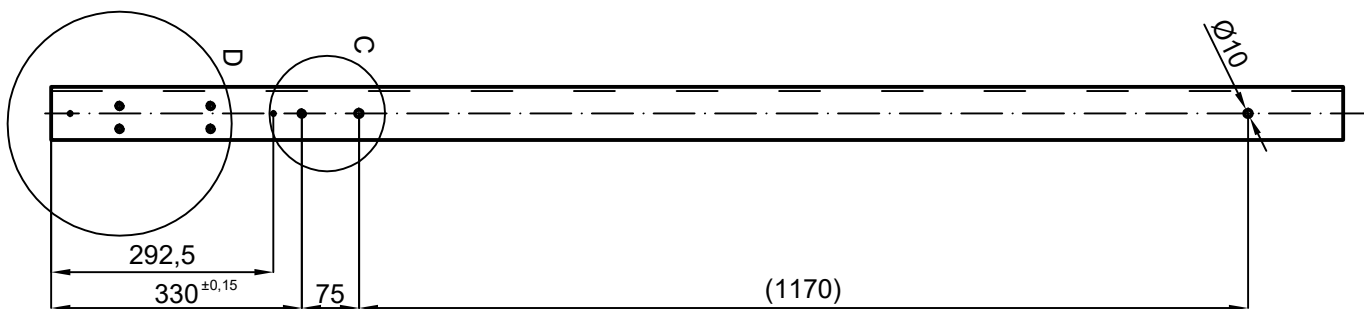
7

8




					 FSB Zagreb
Datum	20.06.2016.	Ime i prezime	Potpis		
Projekтирао	20.06.2016.	Nikola Pocrnić			
Razradio	20.06.2016.	Nikola Pocrnić			
Crtao	20.06.2016.	Nikola Pocrnić			
Pregledao	27.06.2016.	Milan Kostelac, prof.			
Objekt:			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena: UPE greda prema DIN 1026-2: 2002-10.				Kopija	
Materijal: St 42-2	Masa: 30kg				
	Naziv:	U nosač naprijed lijevi		Pozicija:	
Mjerilo originala 1:10					Format:
				Lista: 1	
Crtež broj: 002				List: 1	






	Datum	Ime i prezime	Potpis
Projekтирао	20.06.2016.	Nikola Pocrnić	
Razradio	20.06.2016.	Nikola Pocrnić	
Crtao	20.06.2016.	Nikola Pocrnić	
Pregledao	27.06.2016.	Milan Kostelac, prof.	


**FSB Zagreb**

Objekt:	Objekt broj:
	R. N. broj:

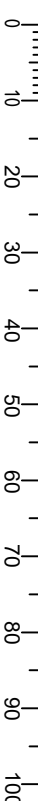
Napomena: UPE greda prema DIN 1026-2: 2002-10.	Kopija

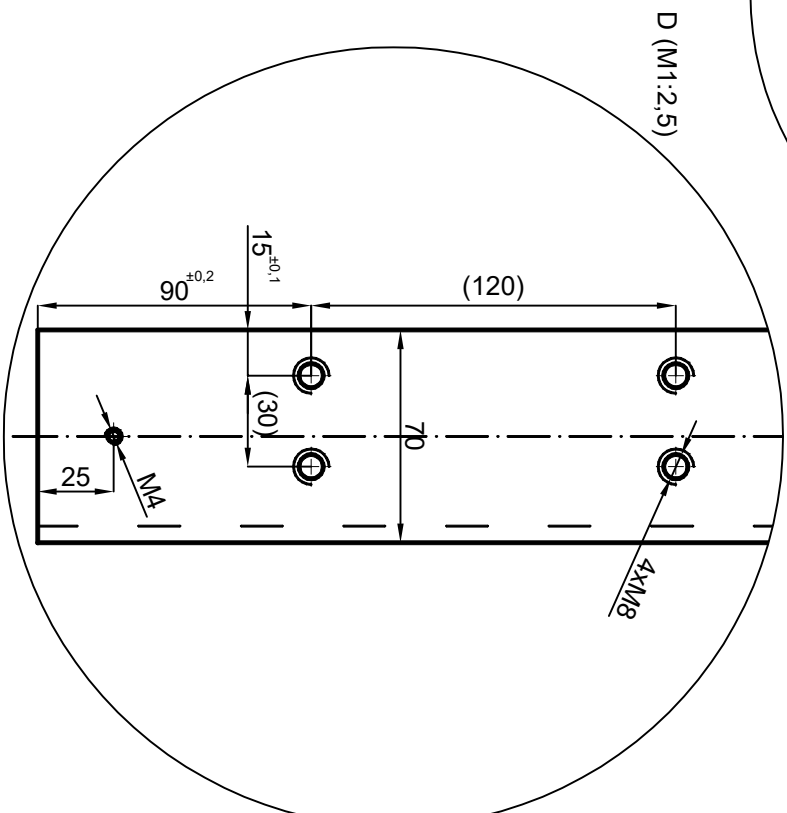
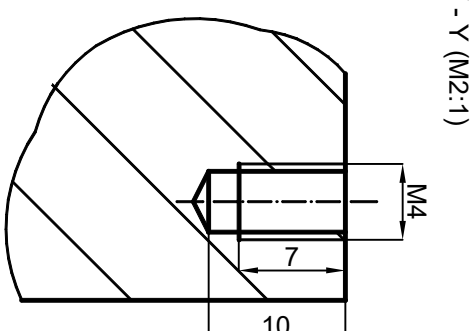
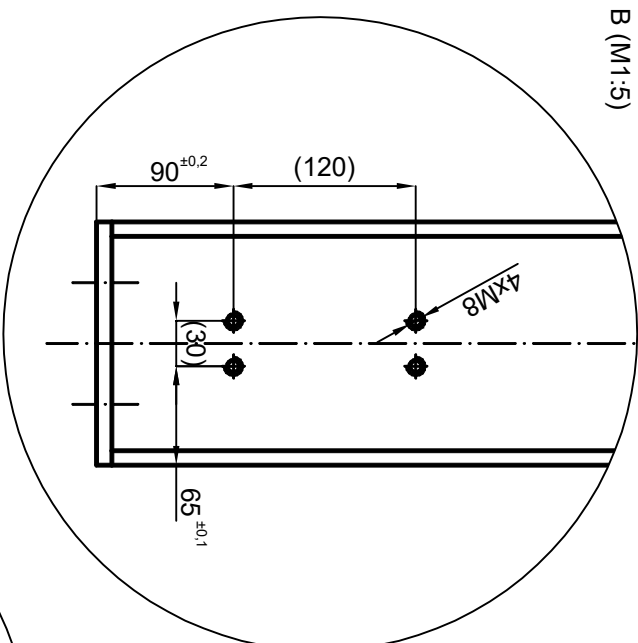
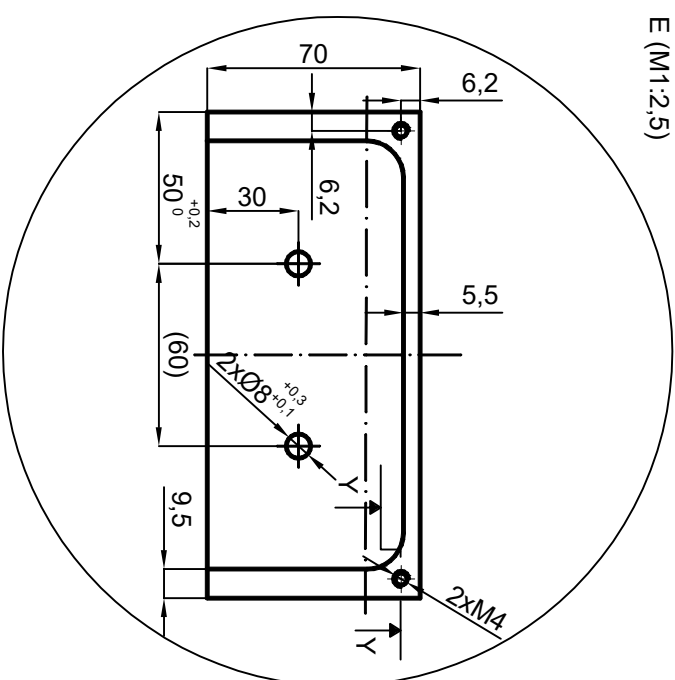
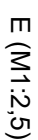
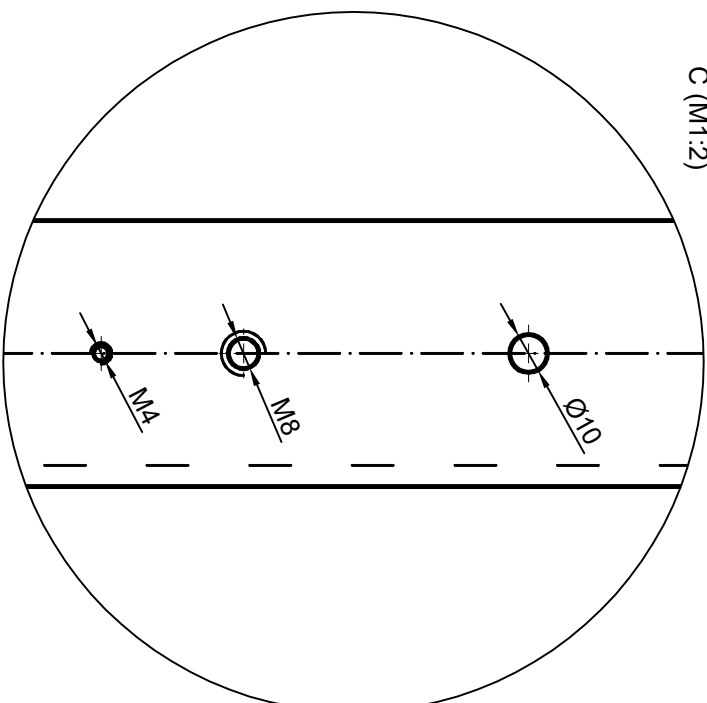
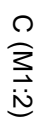
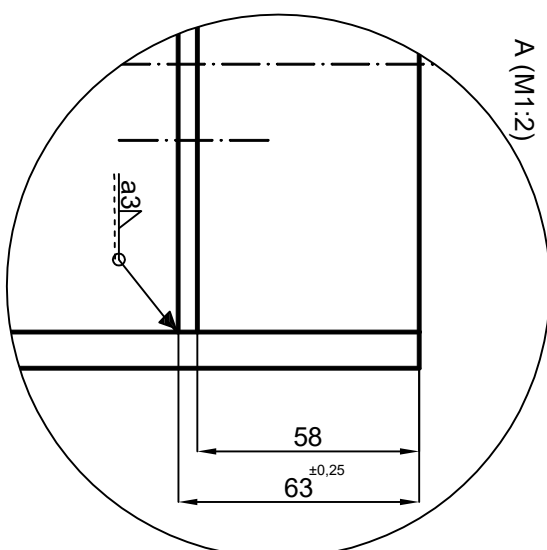
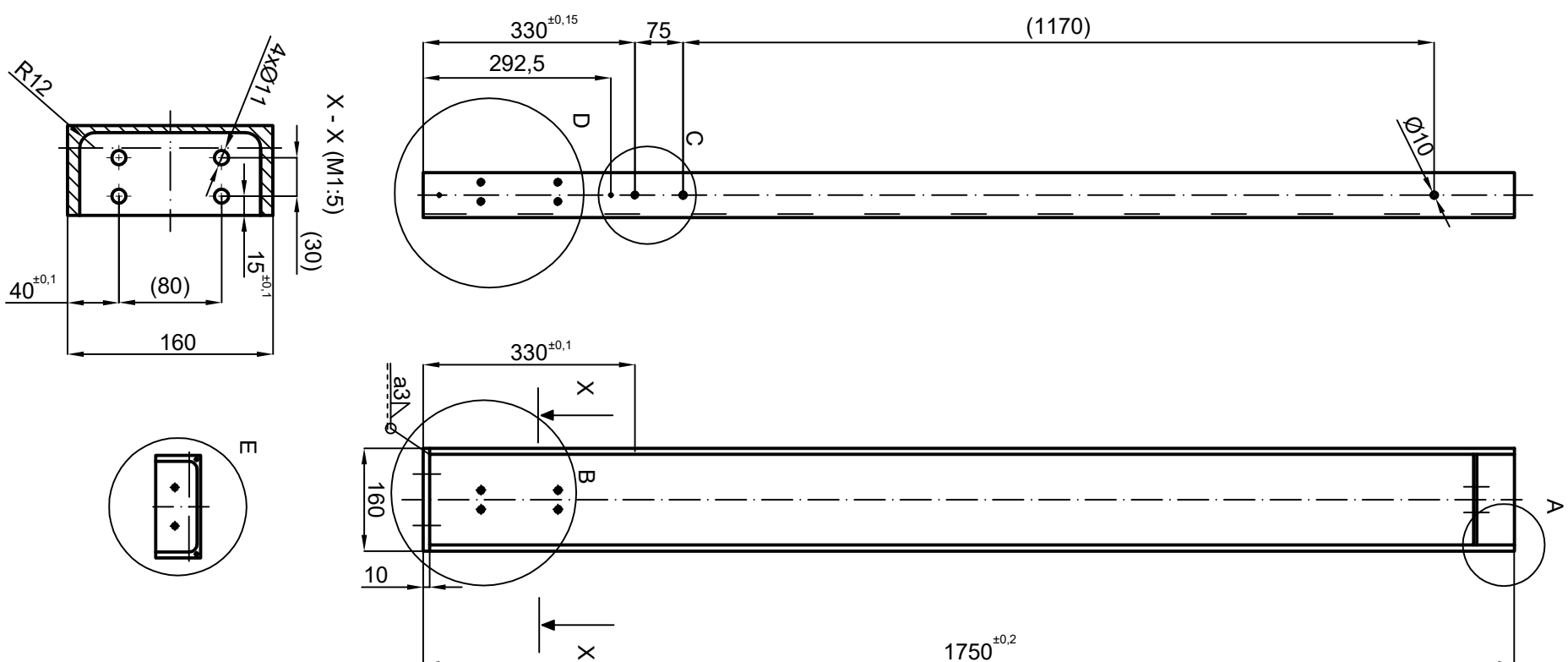
Materijal: St 42-2	Masa: 30kg	
--------------------	------------	--

Naziv:	
Pozicija:	II. nazač iz lijevi
Format:	

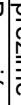
Mjerilo originala	U mosac izla lijevi	Listova: 1
-------------------	---------------------	------------

1:10		
Crtež broj: 004		
		List: 1






	Datum	Ime i prezime	Potpis
Projekтирао	20.06.2016.	Nikola Pocrnić	
Razradio	20.06.2016.	Nikola Pocrnić	
Crtao	20.06.2016.	Nikola Pocrnić	
Pregledao	27.06.2016.	Milan Kostelac, prof.	


**FSB Zagreb**

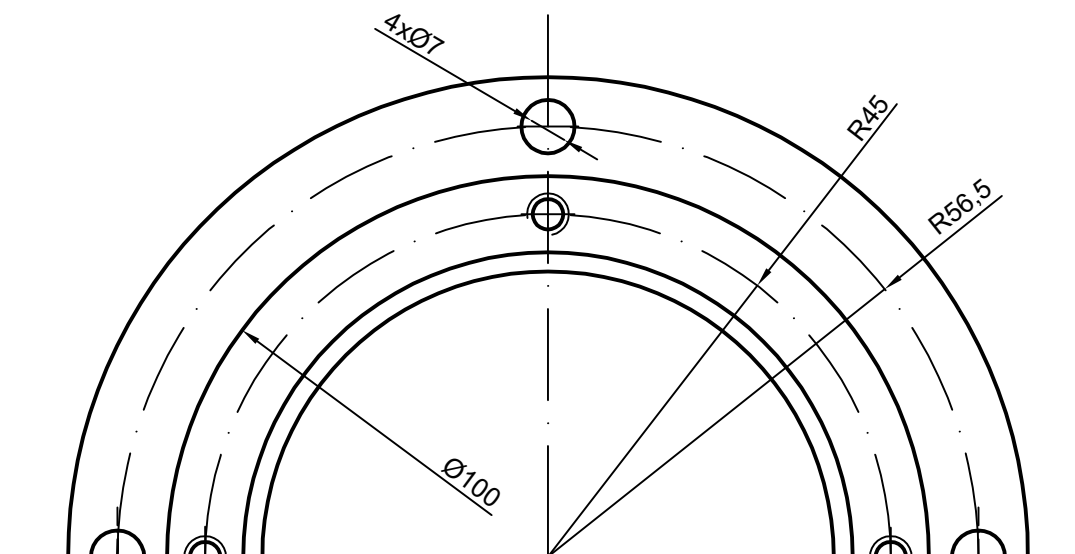
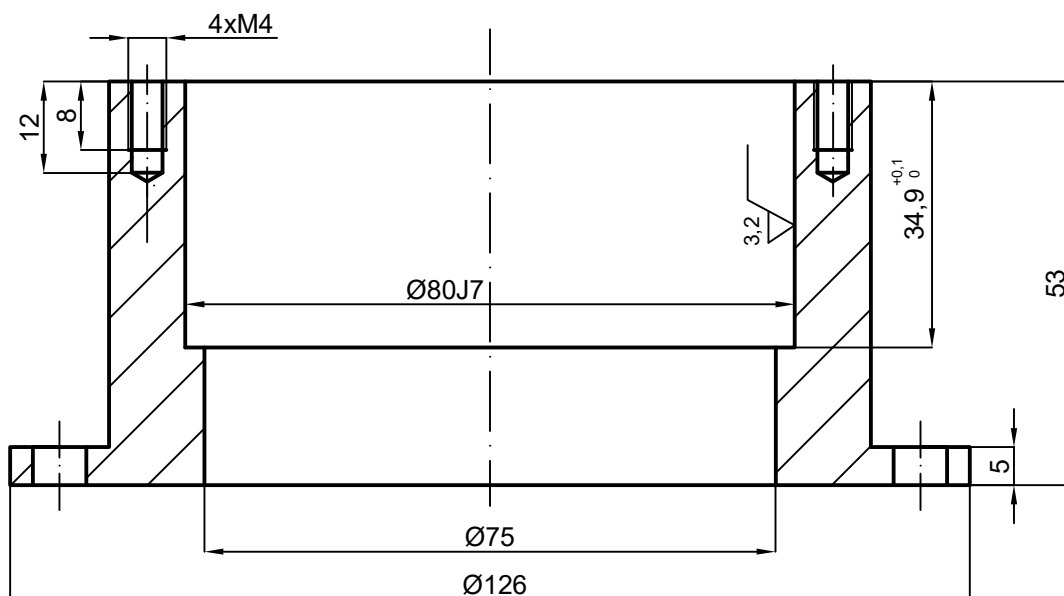
Objekt:	Objekt broj:
	R. N. broj:



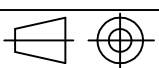
Napomena: UPE greda prema DIN 1026-2: 2002-10.		Kopija
Materijal: St 42-2	Masa: 30kg	

	Naziv:	U nosač iza desni	Pozicija:	Format:
	Mjerilo originala			1:10
Crtež broj: 005			List: 1	







Broj naziva - code		Datum		Ime i prezime		Potpis	 FSB Zagreb	
		Projektirao		17.05.2016.	Nikola Pocrnić			
		Razradio		17.05.2016.	Nikola Pocrnić			
		Crtao		17.05.2016.	Nikola Pocrnić			
		Pregledao		27.06.2016.	Milan Kostelac, prof.			
ISO - tolerancije		Objekt:				Objekt broj:		
Ø80J6	0,013					R. N. broj:		
	-0,006							
		Napomena:					Kopija	
								
		Materijal: CuZn		Masa: 1850g				
			Naziv:				Pozicija:	
		Mjerilo originala				Čahura navojnog vretena		
		1:1				Format: A4		
						Listova: 1		
						List: 1		

1

2

3

4

5

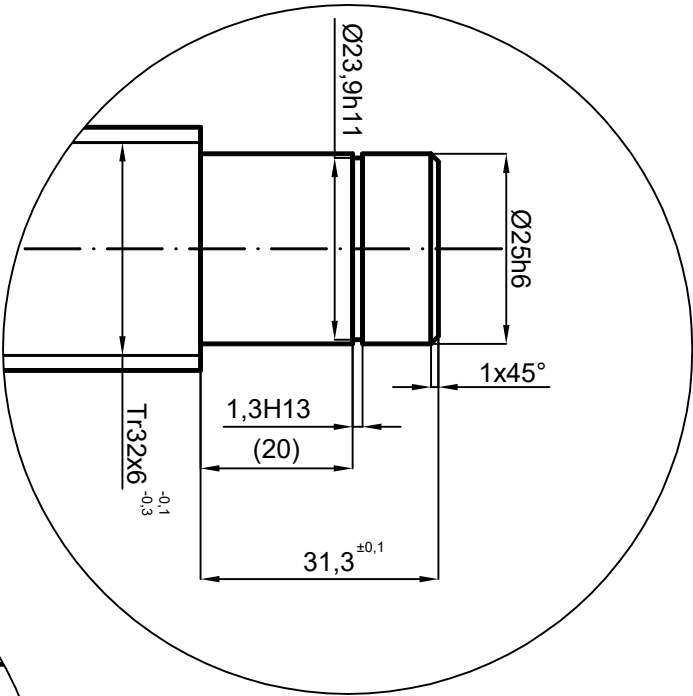
6

7

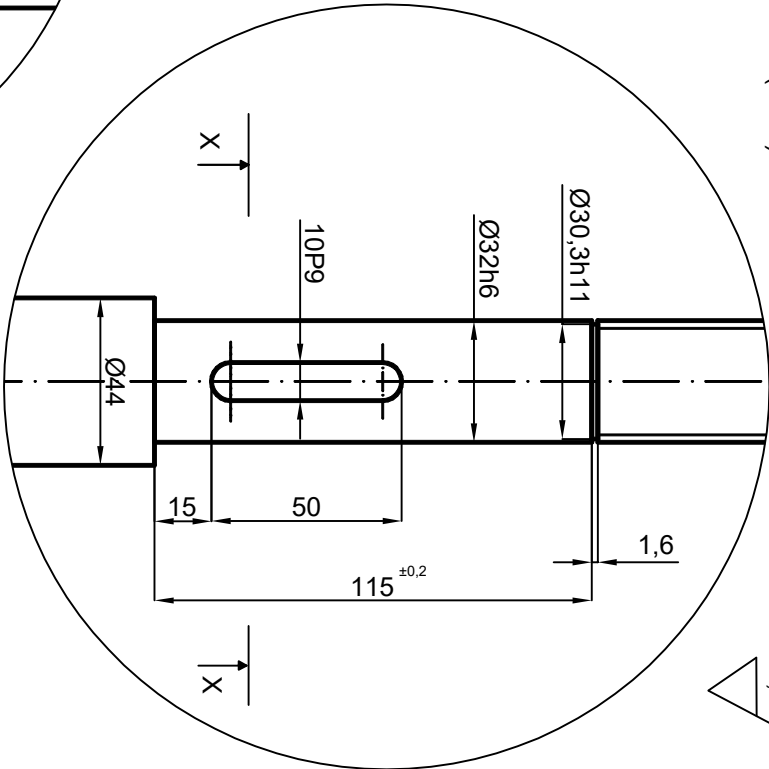
8

tokareno

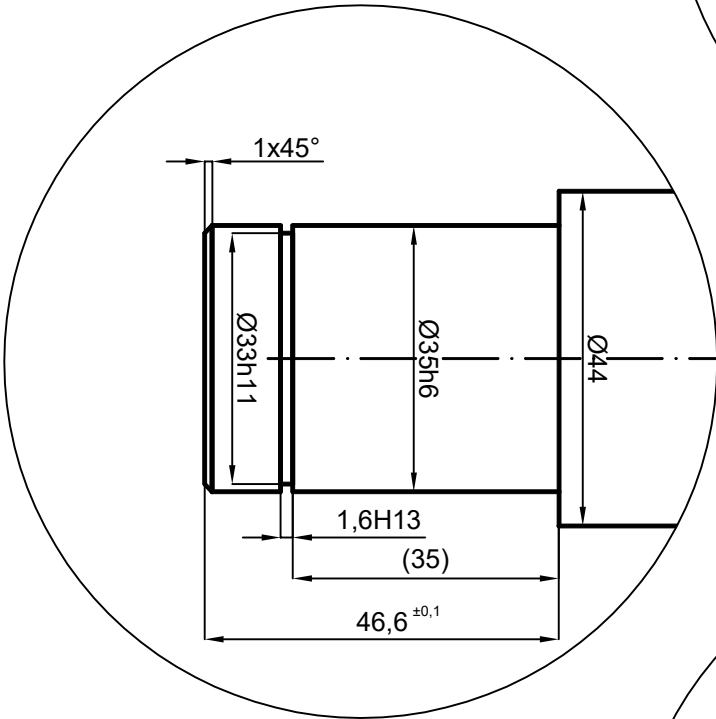
A (M1:1)



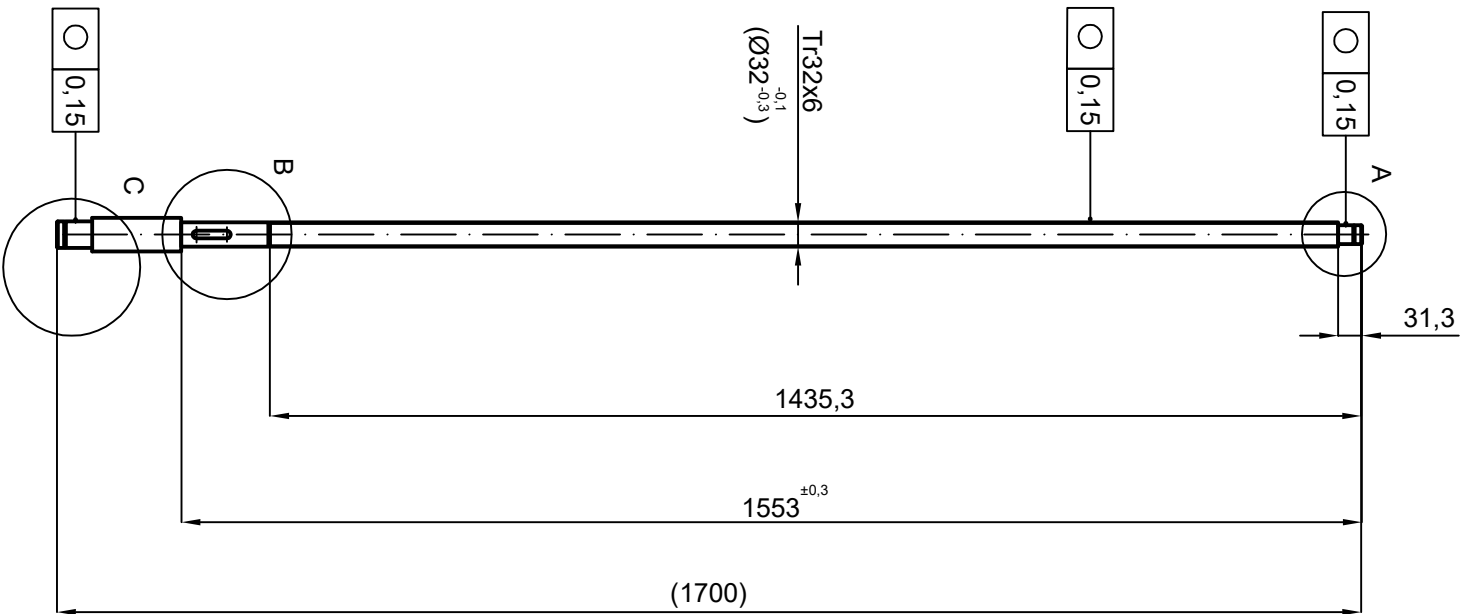
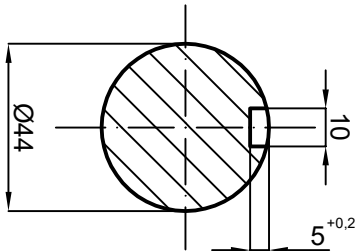
B (M1:2)





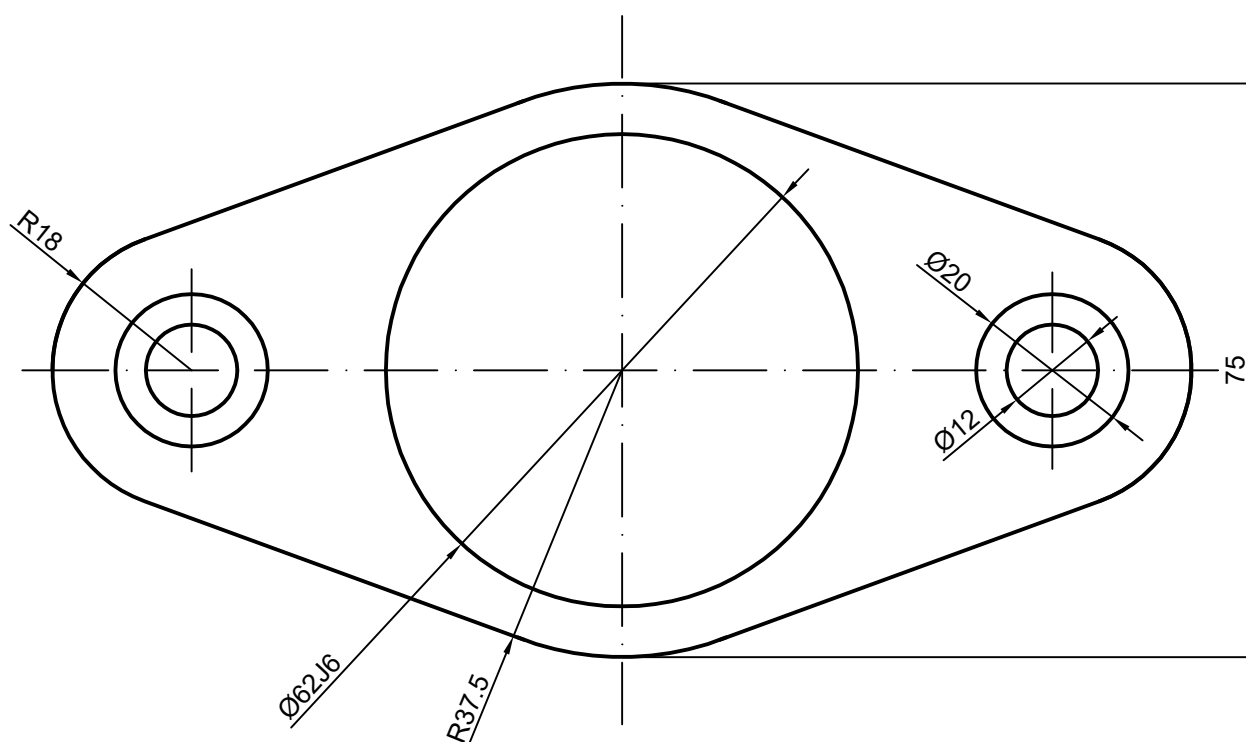
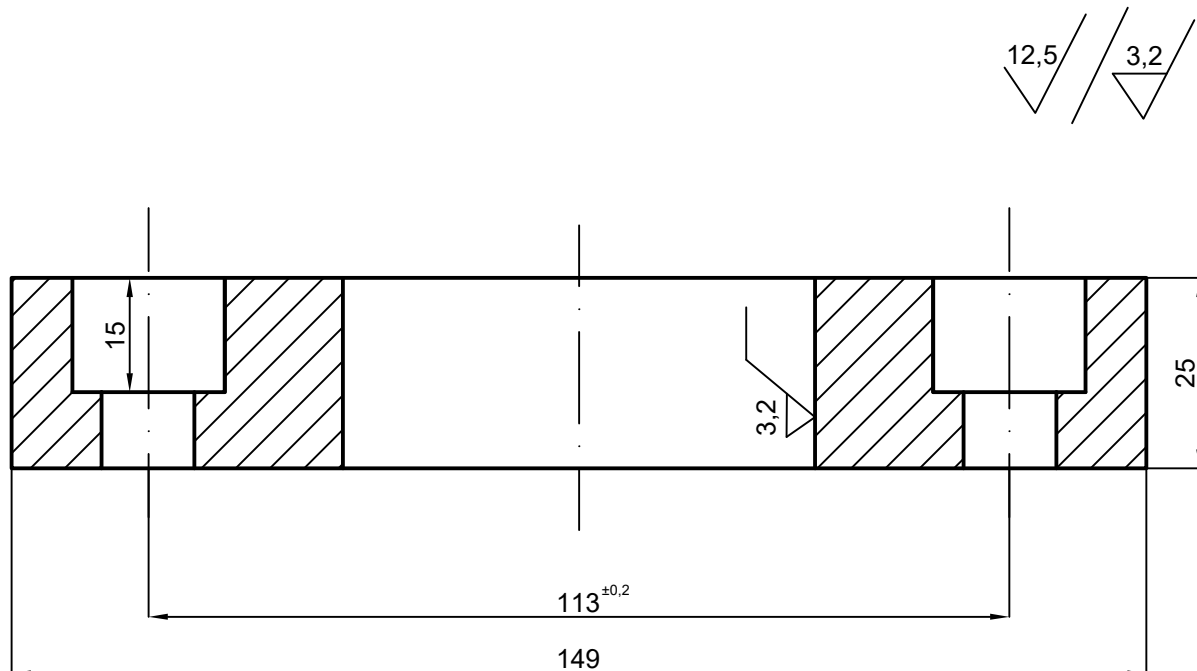
C (M1:1)


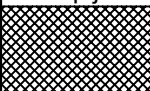
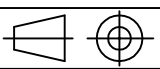


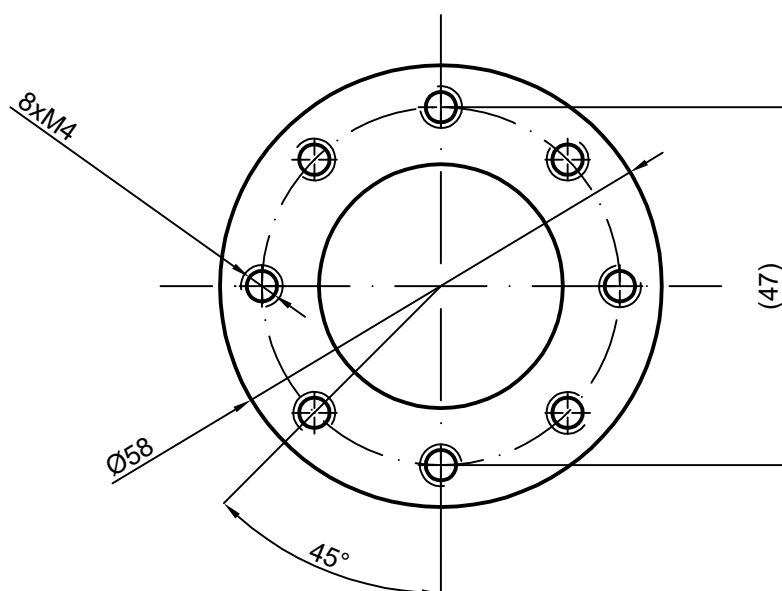
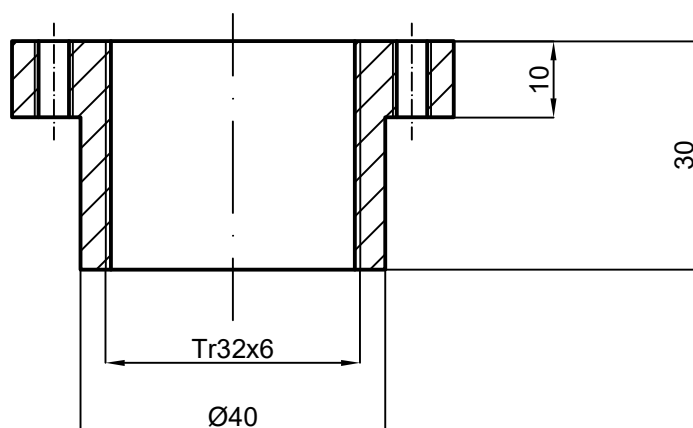
X - X (M1:2)


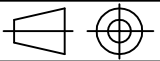


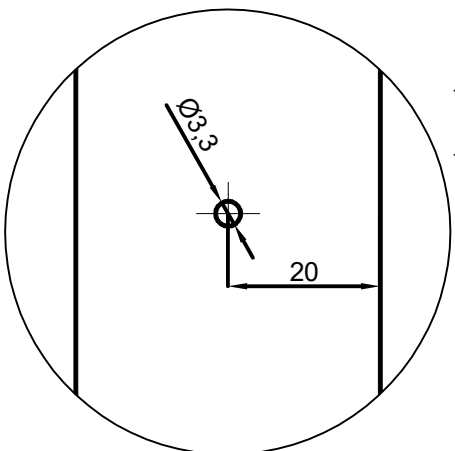
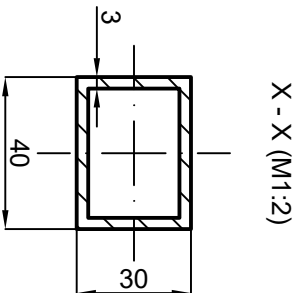
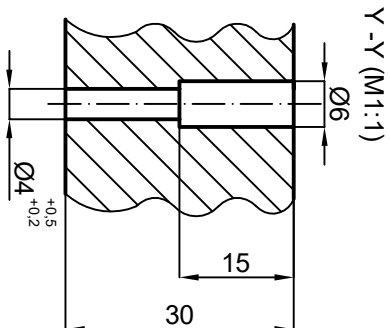
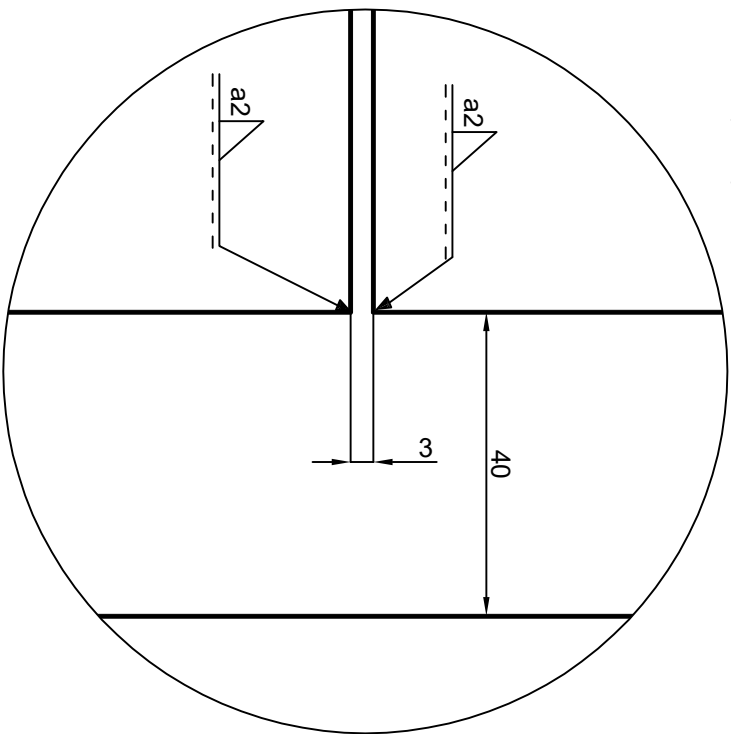
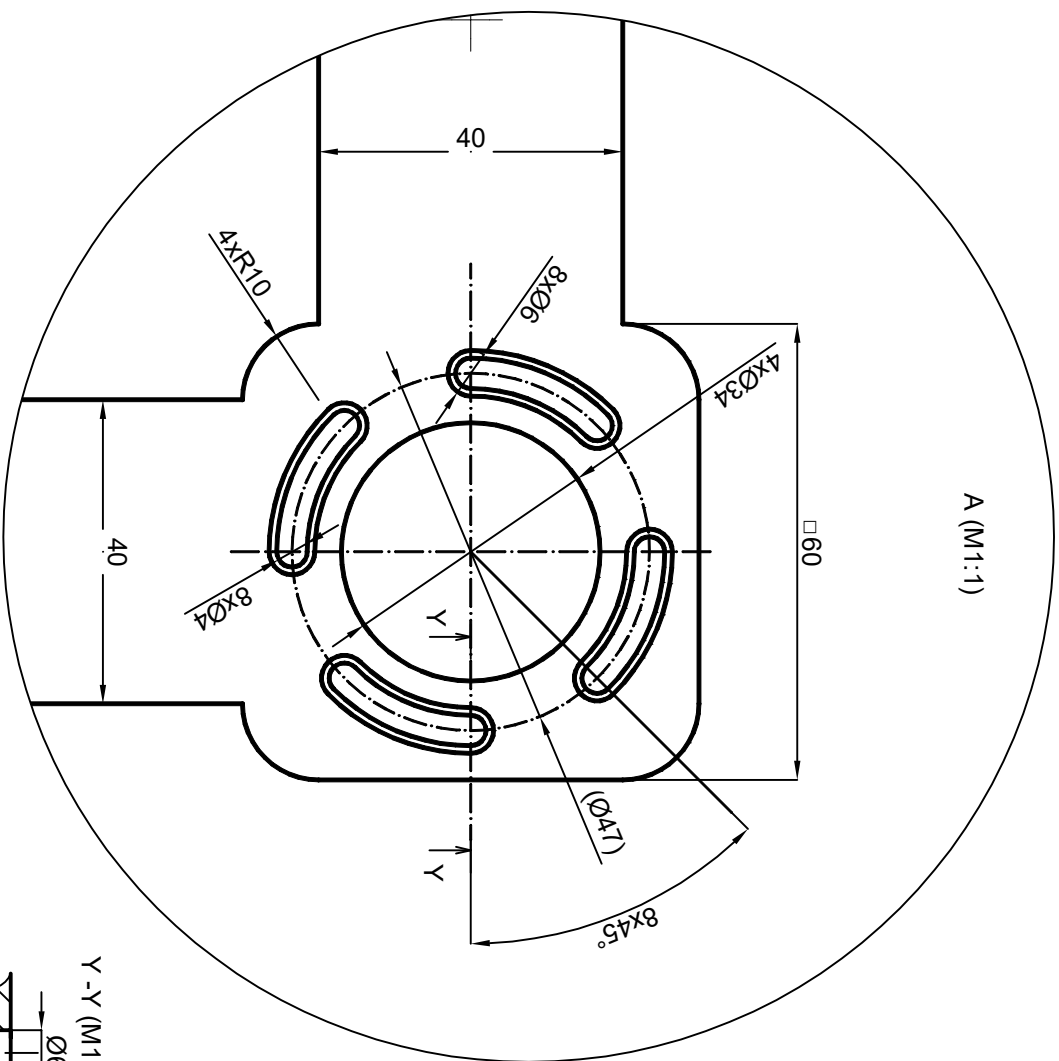
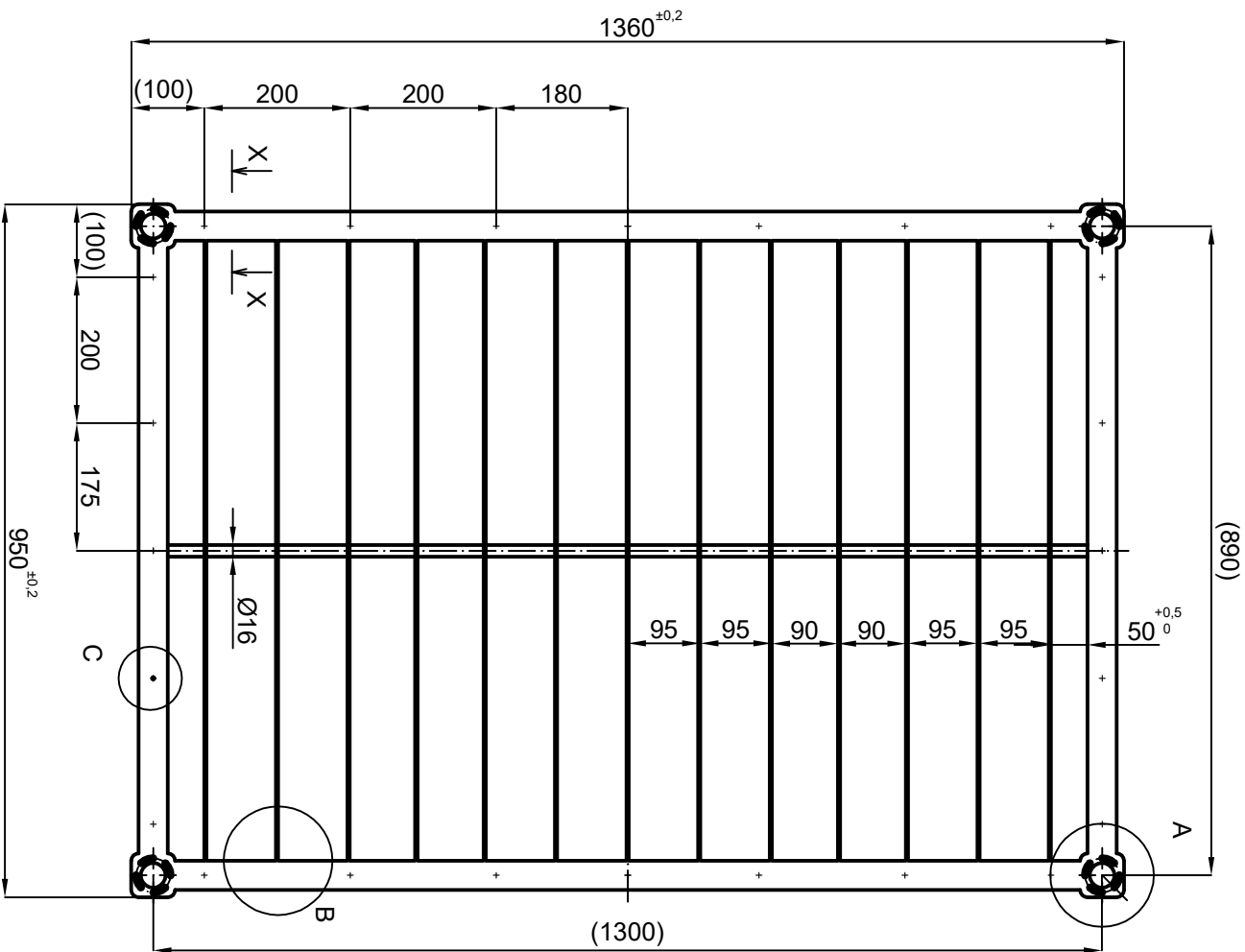
Broj naziva - code							
		Datum	Ime i prezime	Polpis			
		Projektirao	13.05.2016.	Nikola Pocrnić			
		Razradio	13.05.2016.	Nikola Pocrnić			
		Črtao	13.05.2016.	Nikola Pocrnić			
		Pregledao	27.06.2016.	Milan Kostelac, prof.			
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:			
10P9	-0.015 -0.051			R. N. broj:			
Ø23,9h11	0 -0.130	Napomena:				Kopija	
Ø25h6	0 -0.013	Materijal: St 42-2		Masa: 12kg			
Ø32h6	0 -0.016		Naziv:	Navojno vreteno		Pozicija:	Format: A3
Ø33h11	0 -0.160	Mjerilo originala		Listova: 1			
Ø35h6	0 -0.016	1:10		Crtež broj: 008		List: 1	





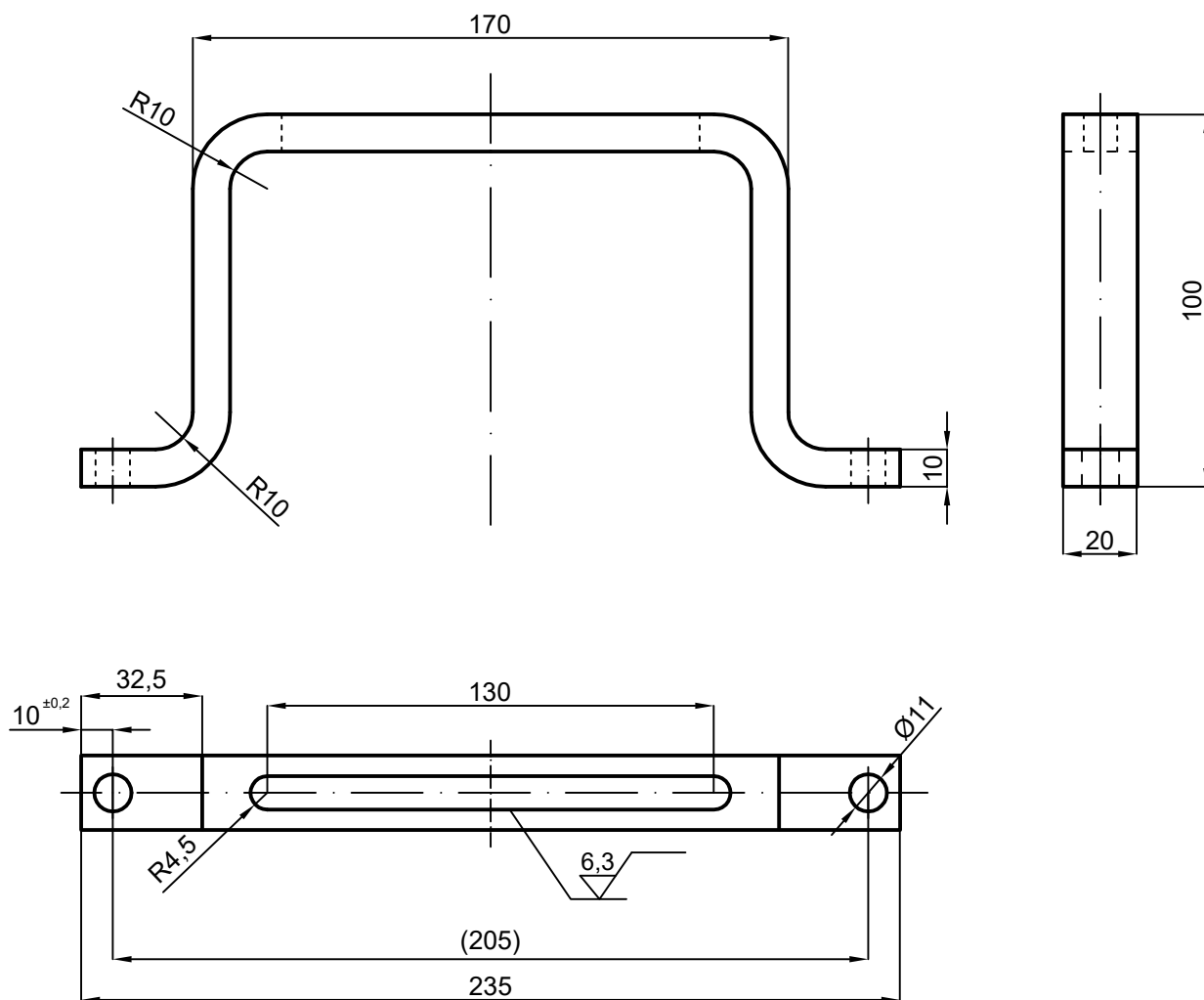
Broj naziva - code		Datum		Ime i prezime		Potpis		 <b>FSB Zagreb</b>
		Projektirao		Nikola Pocrnić				
		Razradio		Nikola Pocrnić				
		Crtao		Nikola Pocrnić				
		Pregledao		Nikola Pocrnić				
ISO - tolerancije		Objekt:				Objekt broj:		
Ø62J6		0,013 -0,006				R. N. broj:		
		Napomena:				Kopija		
		Materijal: CuZn Masa: 900g						
		 Naziv: Čahura kugličnog ležaja navojnog vretena				Pozicija:		
		Mjerilo originala 1:1				Format: A4		
		Crtež broj: 009				Listova: 1		
						List: 1		



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	15.05.2016.	Nikola Pocrnić		
Razradio	15.05.2016.	Nikola Pocrnić		
Crtao	15.05.2016.	Nikola Pocrnić		
Pregledao	27.06.2016.	Nikola Pocrnić		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:				Kopija
Materijal: St 42-2		Masa: 200g		
 Mjerilo originala 1:1	Naziv:		Pozicija:	Format: A4
	Matica za podizanje platforme			Listova: 1
	Crtež broj: 010			List: 1

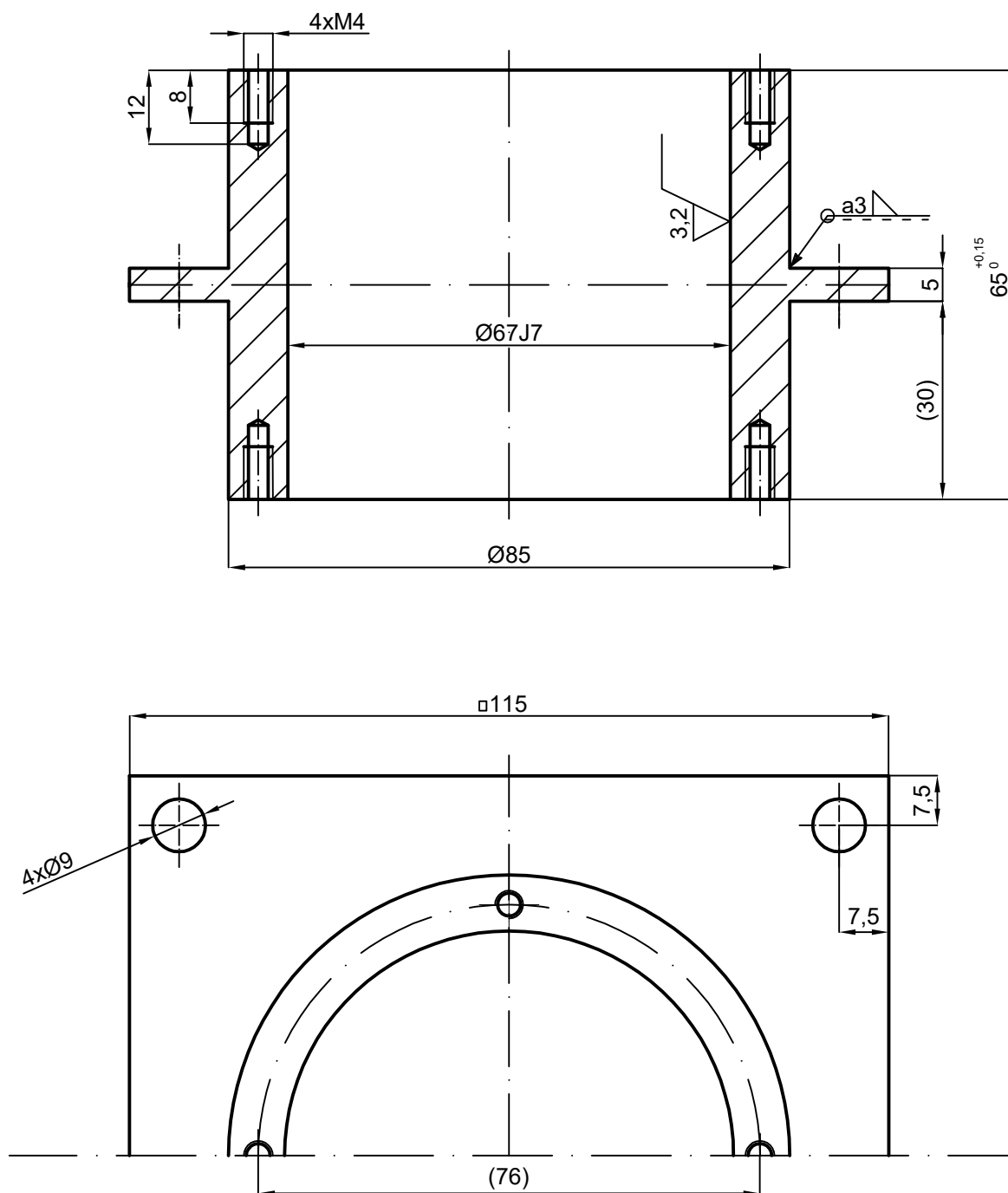


	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projekтирао	03.06.2016.	Nikola Pocrnić		
Razradio	03.06.2016.	Nikola Pocrnić		
Čtiao	03.06.2016.	Nikola Pocrnić		
Pregledao	27.06.2016.	Milan Kostelać, prof.		
Objekt:	Objekt broj:			
Napomena: Svi zavar i na svim poprečnim šipkama rade se kao na detalju B.				
Materijal: St 42-2	Masa: 22kg	Kopija		
	Naziv:	Pozicija:		
Mjerilo originala	Platforma			
1:10	Crtež broj: 011		List: 1	
			Listova: 1	



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	14.05.2016.	Nikola Pocrnić		
Razradio	14.05.2016.	Nikola Pocrnić		
Crtao	14.05.2016.	Nikola Pocrnić		
Pregledao	27.06.2016.	Milan Kostelac, prof.		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena: Radijus savijanja je 10mm.				Kopija
Materijal:	St 42-2	Masa: 340g		
 Mjerilo originala	Naziv:		Pozicija:	Format: A4
1:1	Noseći profil nateznog lančanika			Listova: 1
	Crtež broj: 012			List: 1

3,2



Broj naziva - code

Datum	Ime i prezime	Potpis
Projektirao 02.06.2016.	Nikola Pocrnić	
Razradio 02.06.2016.	Nikola Pocrnić	
Crtao 02.06.2016.	Nikola Pocrnić	
Pregledao 27.06.2016.	Milan Kostelac, prof.	



FSB Zagreb

ISO - tolerancije

Ø67J7  
0,018  
-0,012

Objekt:

Objekt broj:

R. N. broj:

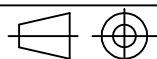
Napomena:

Kopija

Materijal:

CuZn

Masa: 1500g



Mjerilo originala

1:1

Naziv:

Čahura za natezni lančanik

Pozicija:

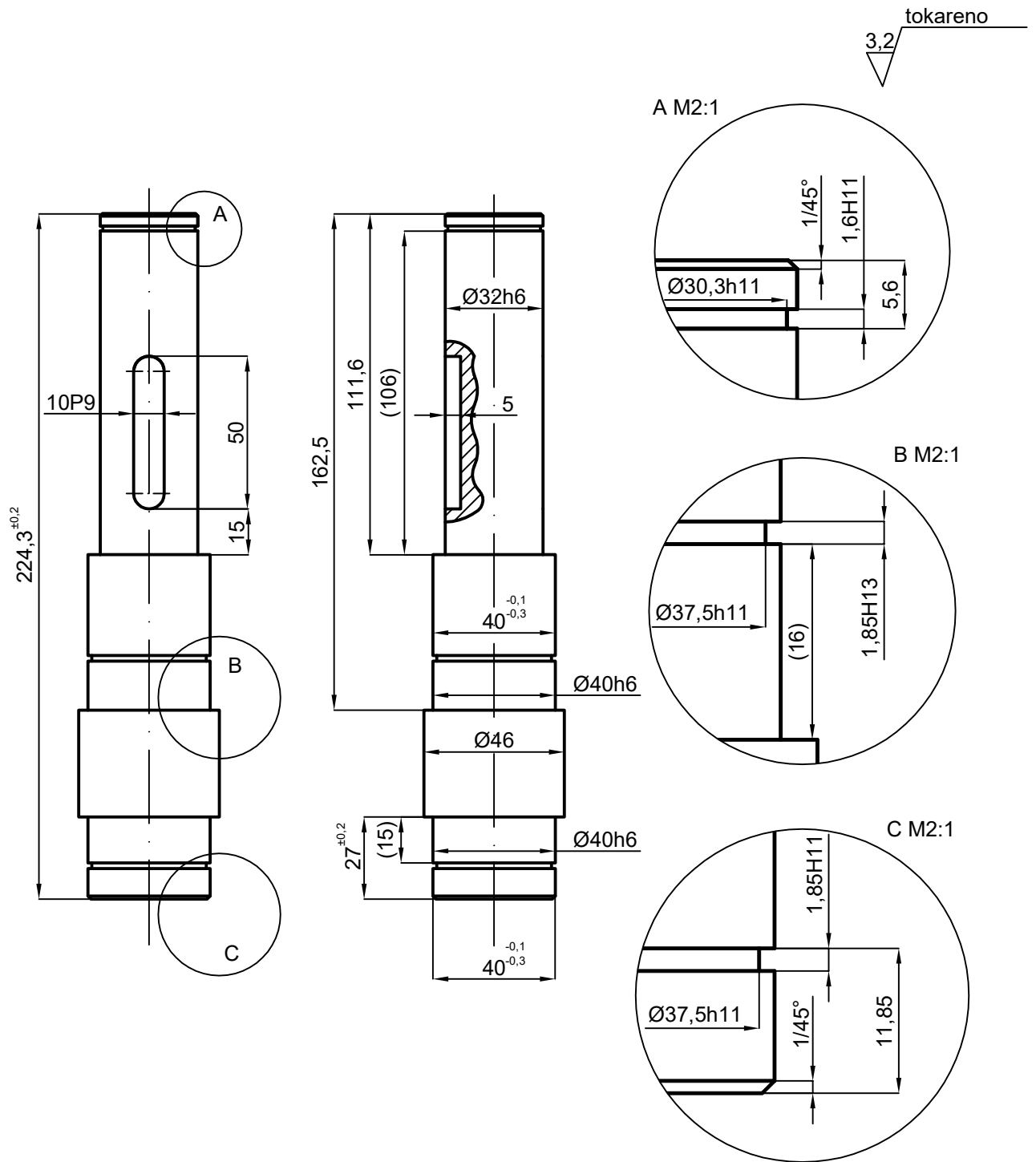
Format: A4


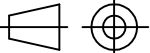
Listova: 1

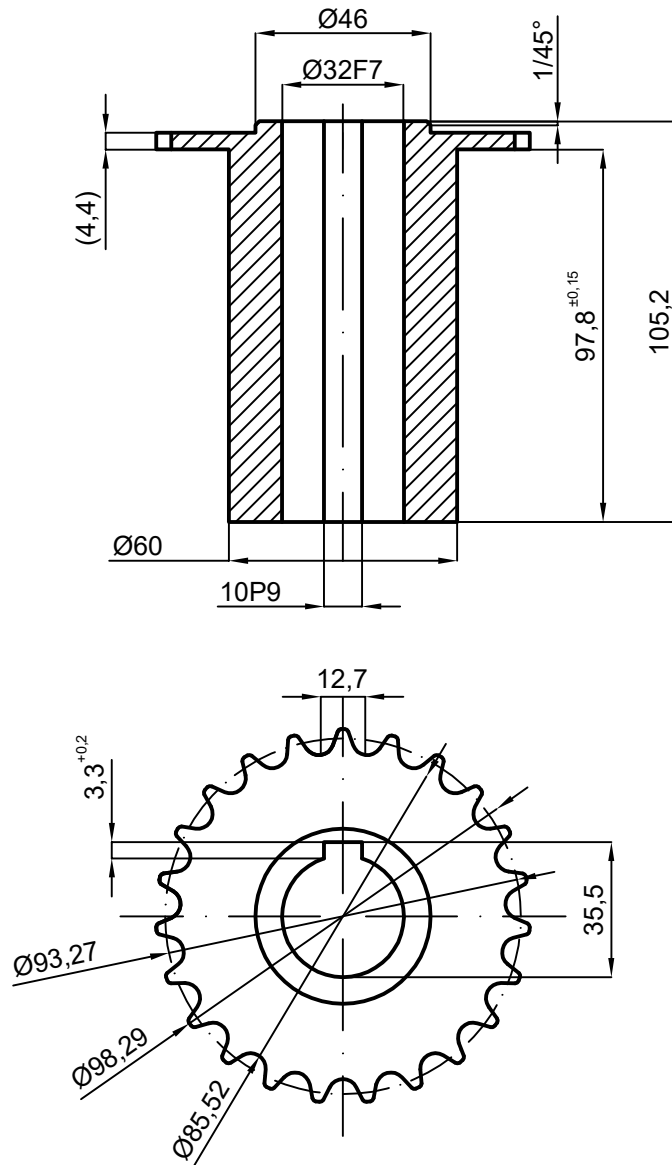
Crtež broj: 013

List: 1


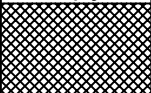
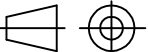




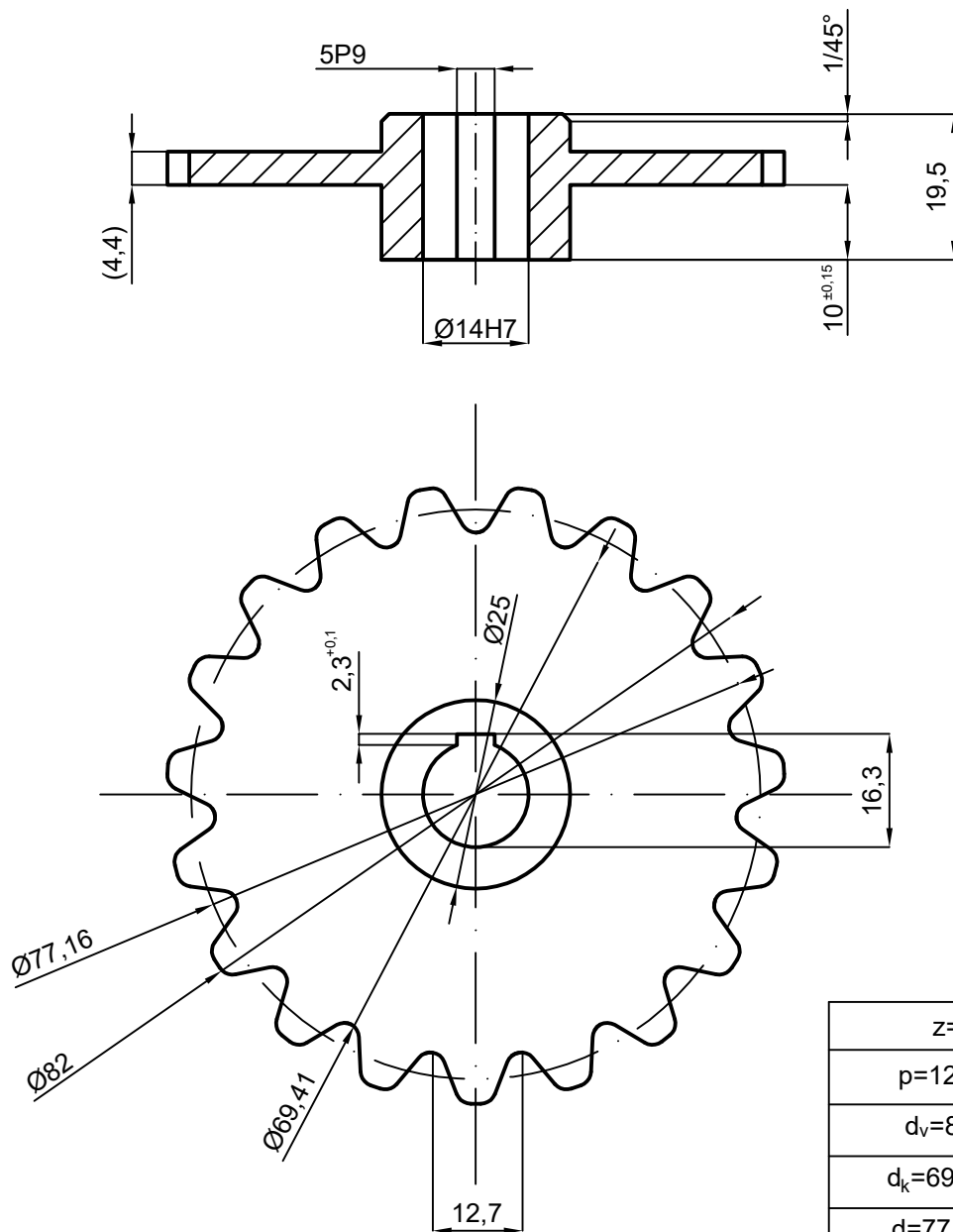
Broj naziva - code		Projektirao	05.06.2016.	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
		Razradio	05.06.2016.	Nikola Pocrnić			
		Crtao	05.06.2016.	Nikola Pocrnić			
		Pregledao	27.06.2016.	Milan Kostelac, prof.			
ISO - tolerancije		Objekt:			Objekt broj:		
Ø32h6	0				R. N. broj:		
	-0,016						
Ø40h6	0	Napomena:			<div>Kopija</div>		
	-0,016						
Ø37,5h11	0	Materijal: St 42-2	Masa: 1850g				
	-0,160						
Ø30,3h11	0	 Naziv:			Pozicija:	Format: A4	
	-0,160					Vratilo nateznog lančanika	
1,85H11	0,060	Mjerilo originala	Crtež broj: 014				
	0						
1,6H11	0,060						
	0	1:2					




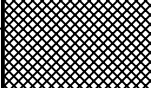
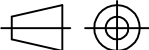
$z=23$
$p=12,7\text{mm}$
$d_v=98,29\text{mm}$
$d_k=85,52\text{mm}$
$d=93,27\text{mm}$
$B=4,4\text{mm}$

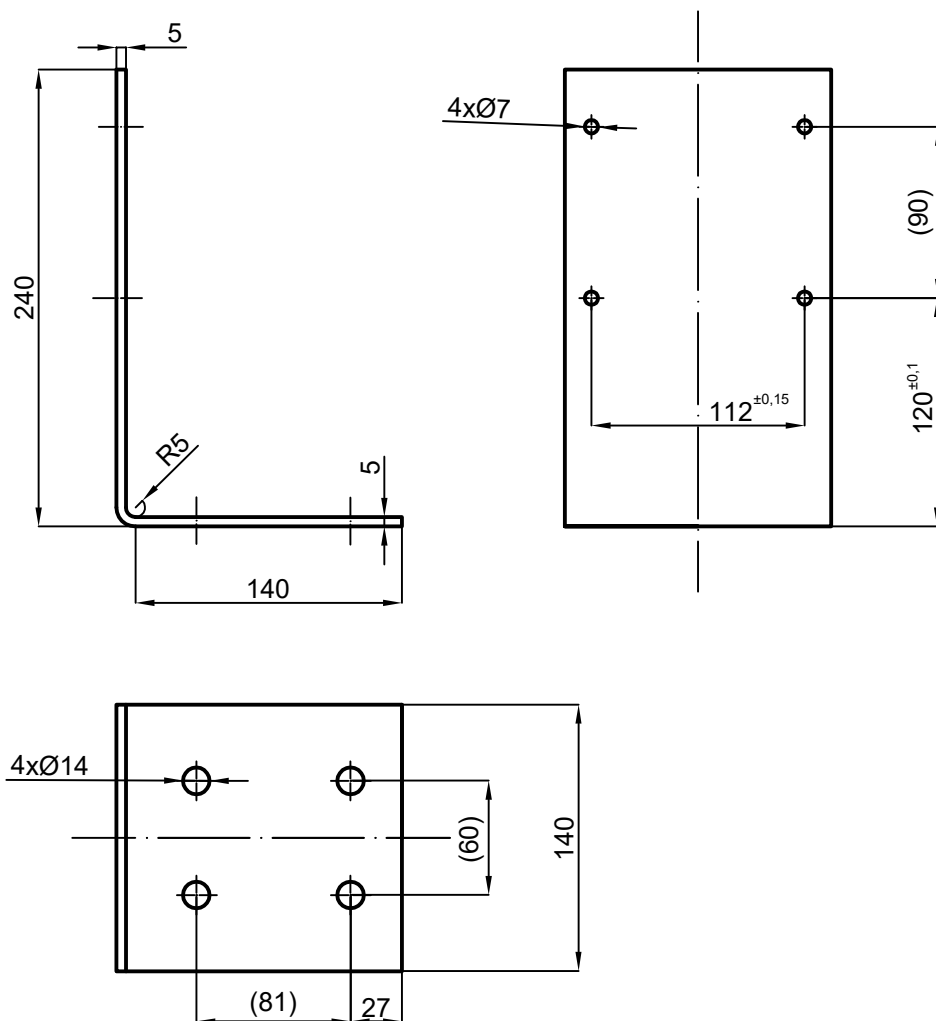
Broj naziva - code		Datum		Ime i prezime		Potpis		 FSB Zagreb		
		Projektirao		27.05.2016.		Nikola Pocrnić				
		Razradio		27.05.2016.		Nikola Pocrnić				
		Crtao		27.05.2016.		Nikola Pocrnić				
		Pregledao		27.06.2016.		Milan Kostelac, prof.				
ISO - tolerancije		Objekt:				Objekt broj:				
Ø32F7	0,050									
	0,025	Napomena:				R. N. broj:				
10P9	-0,015									
	-0,051	Lančanic izrađen prema DIN 8187.								
		Materijal: St 42-2		Masa: 1700g						
				Naziv:			Pozicija:		Kopija	
									Format: A4	
		Mjerilo originala		Gonjeni lančanic					Listova: 1	
									List: 1	
		1:2		Crtež broj: 015						

3,2 glodano

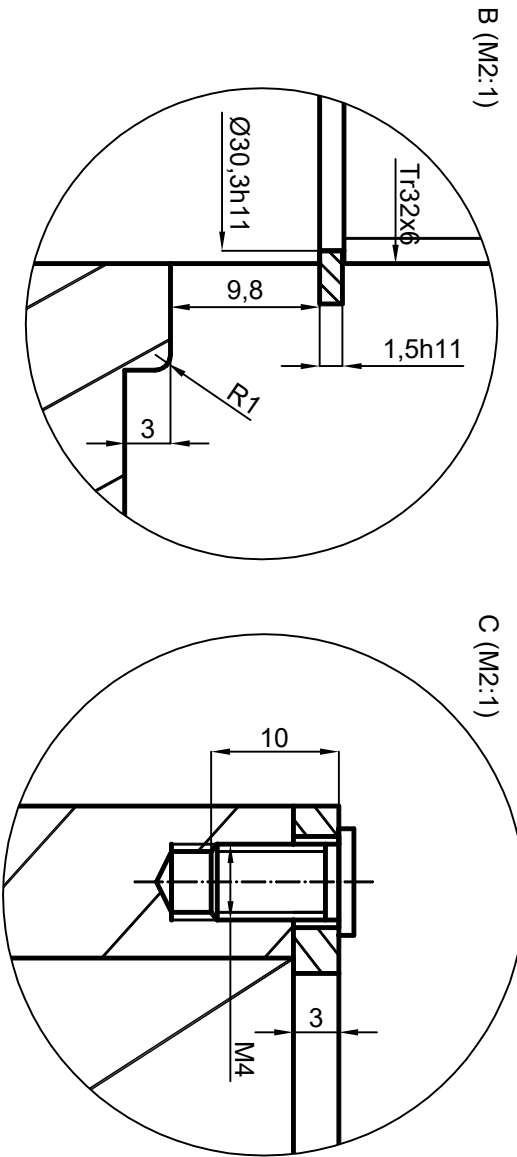
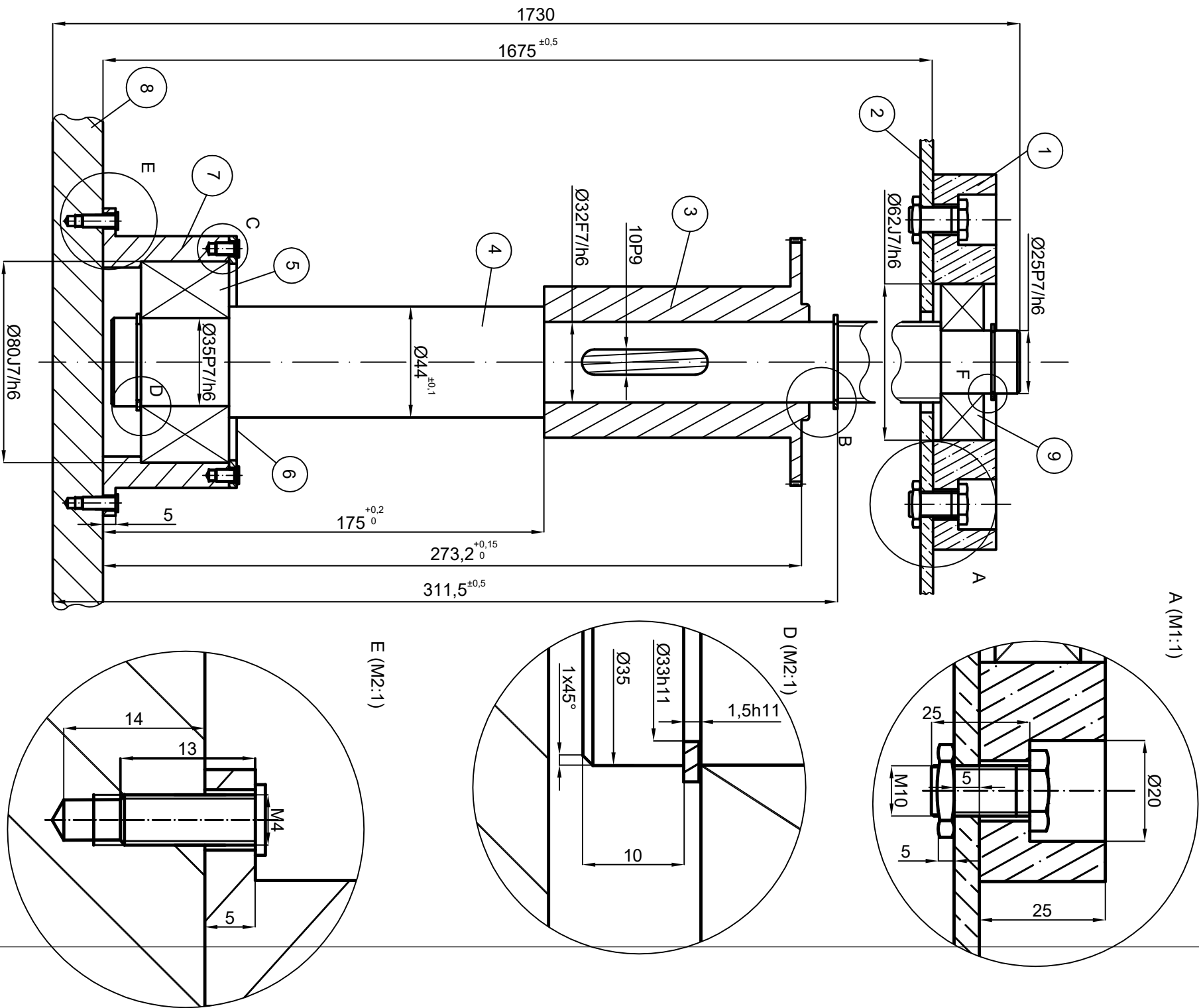



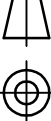
z=19
p=12,7mm
d <sub>v</sub> =82mm
d <sub>k</sub> =69,41mm
d=77,16mm
B=4,4mm

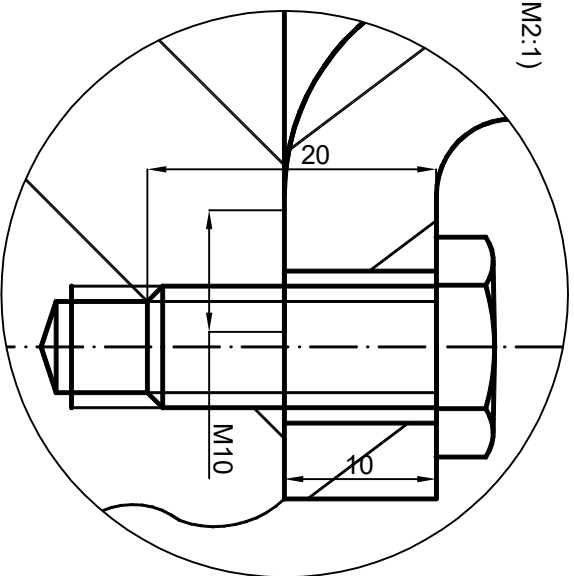
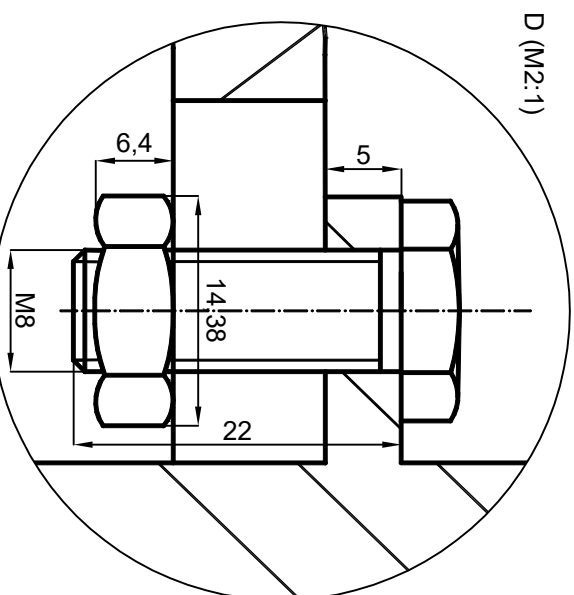
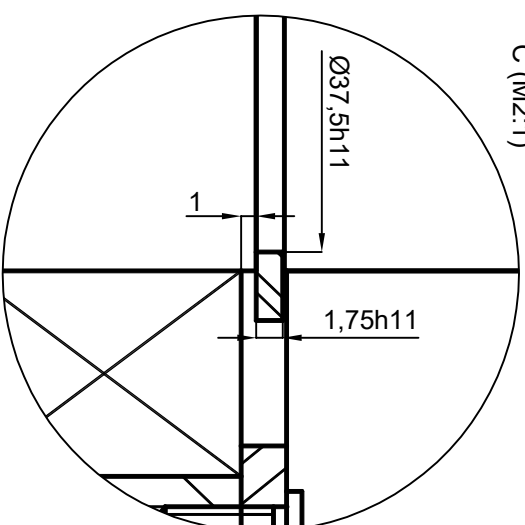
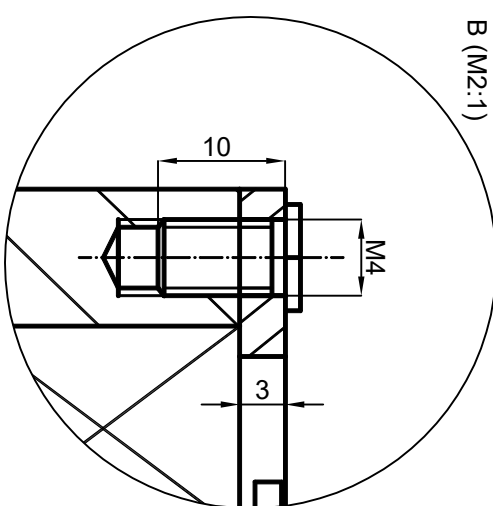
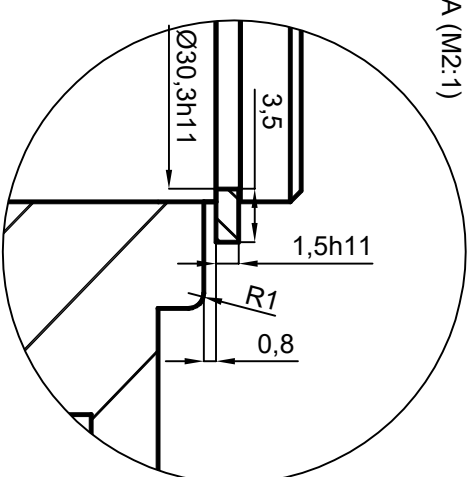
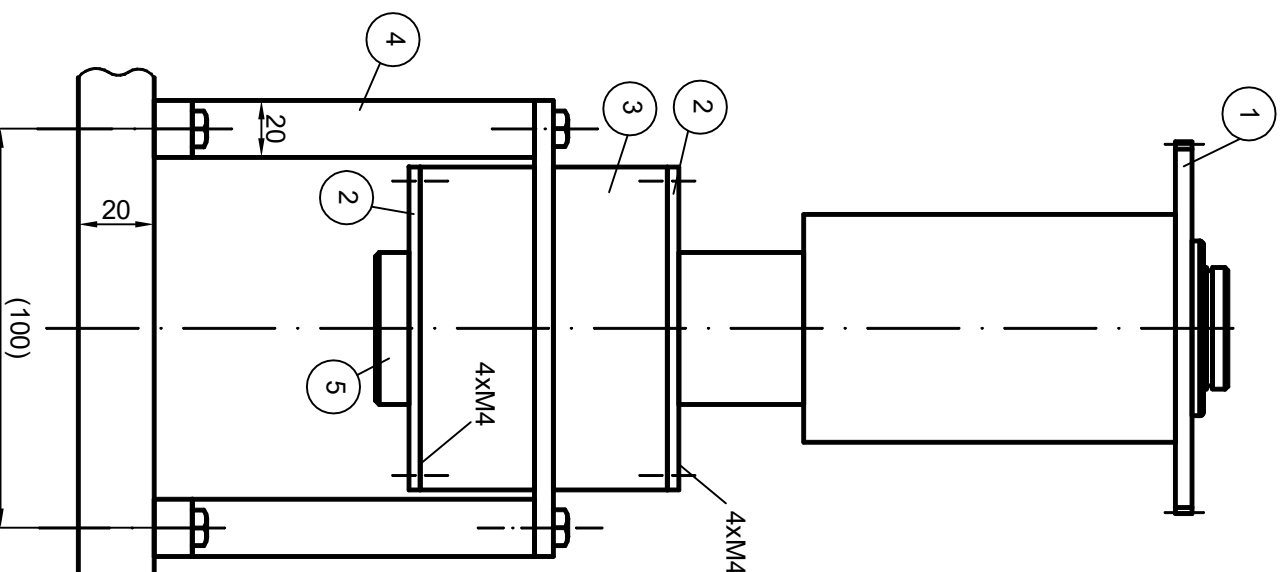
Broj naziva - code		Projektirao	27.05.2016.	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
		Razradio	27.05.2016.	Nikola Pocrnić		
		Crtao	27.05.2016.	Nikola Pocrnić		
		Pregledao	27.06.2016.	Milan Kostelac, prof.		
ISO - tolerancije		Objekt:			Objekt broj:	
5P9	-0,012				R. N. broj:	
	-0,042					
Ø14H7	0,018	Napomena:				Kopija
	0					
		Materijal: St 42-2		Masa: 190g		
					Pozicija:	
		Mjerilo originala			Pogonski lančanic	
		1:1				Listova: 1
		Crtež broj: 016				List: 1



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>
Projektirao	20.05.2016.	Nikola Pocrnić		
Razradio	20.05.2016.	Nikola Pocrnić		
Crtao	20.05.2016.	Nikola Pocrnić		
Pregledao	27.06.2016.	Milan Kostelac, prof.		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena: Radijus savijanja iznosi 5mm.				Kopija
Materijal:	St 42-2	Masa: 2kg		
 Mjerilo originala	Naziv:		Pozicija:	Format: A4
1:4	Nosač elektromotora			Listova: 1
	Crtež broj: 017			List: 1



9	Ležaj 6305 2RZ	1		SKF	230g	
8	Podnožje sprave	1	001	St 42-2	1232x120x5	103kg
7	Čahura navojnog vretena	1	011	CuZn	Ø125x55	1,75kg
6	Prsten čahure navojnog vretena	1	008	St 42-2	Ø100x3	70g
5	Ležaj E2.3307 A-2Z	1		SKF		735g
4	Navojno vreteno	1	009	St 42-2	Ø35x1700	12kg
3	Matrica za podizanje platforme	1	007	St 42-2	Ø60x30	200g
2	Gornji nosač navojnog vretena	1	029	St 42-2	1420x1800x25	102kg
1	Čahura kugličnog ležaja navojnog vretena	1	010	CuZn	150x75x25	900g
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code					<div><b>FSB Zagreb</b></div> <div>Studij strojarstva</div>	
		Datum	Ime i prezime	Potpis		
		18.06.2016.	Nikola Pocrnić			
		18.06.2016.	Nikola Pocrnić			
		18.06.2016.	Nikola Pocrnić			
		27.06.2016.	Milan Kostelac			
ISO - tolerancije		Objekt:				
	0	Objekt broj:				
Ø25P7/h6	-0,035	R. N. broj:				
Ø62J7/h6	0,018	Smjer: Konstrukcijski				
	-0,019					
Ø35P7/h6	0	Materijal:	Masa: 126kg	DIPLOMSKI RAD		
	-0,042					
Ø80J7/h6	0,018		Naziv:	Sklop navojnog vretena		
	-0,019					
Ø32F7/h6	0,050	Mjerilo originala		Pozicija:		
	-0,016	M1:2		Listova: 1		
		Crtež broj: 018		List: 1		



1

2

3

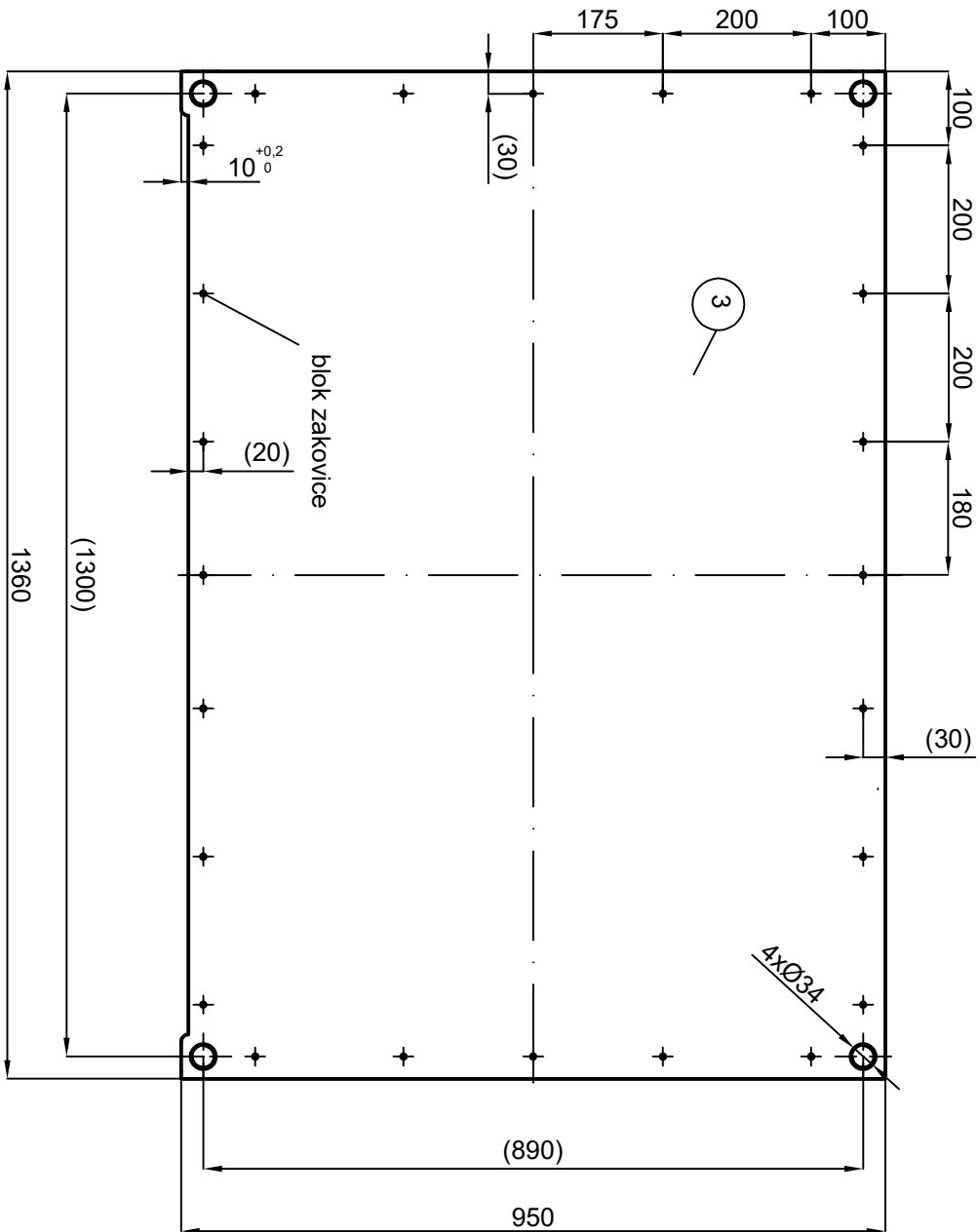
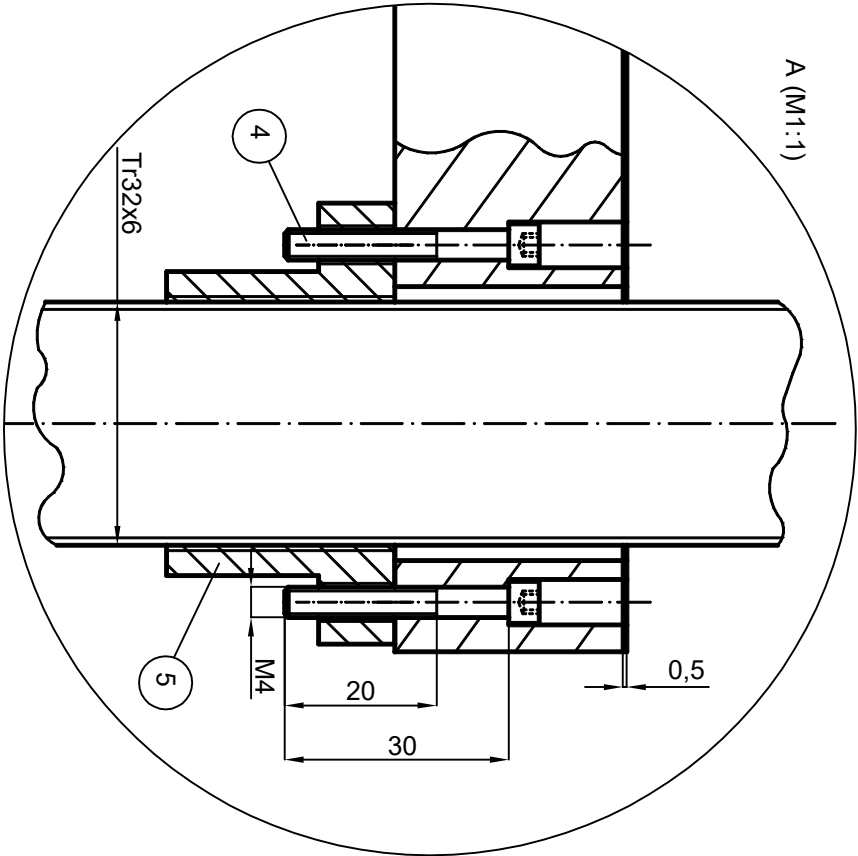
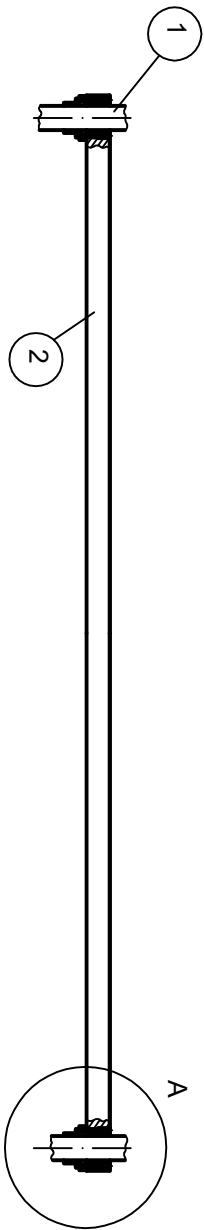
4

5

6

7

8



Napomena:  
Blok zakovice DIN7337 čelik-čelik:  
d=3,2mm, L=8mm, 24 komada.

5	Matica za podizanje platforme	4	011	St 42-2	Ø60x30	200g
4	Imbus vijak M4	16	DIN7337		Vijakom	
3	Lim za platformu	1		St 42-2	1400x1000x0,5	3kg
2	Platforma	1	012	St 42-2	1400x1000x40	22kg
1	Navojno vreteno	4	009	St 42-2	Ø50x1750	12kg

Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
------	--------------	------	------------------	-----------	-----------------------------	------

Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 Studij strojarstva	
Projektirao		03.06.2016.	Nikola Pocrnić			
Razradio		03.06.2016.	Nikola Pocrnić			
Crtao		03.06.2016.	Nikola Pocrnić			
Pregledao		20.06.2016.	Milan Kostelac			
Mentor		20.06.2016.	Aleksandar Sušić			

ISO - tolerancije				Objekt broj:		
Objekt:				R. N. broj:		
Napomena: imbus vijak prema DIN 912 /8,8, L=30mm.				Smjer: Konstrukcijski		
Materijal: St 42-2		Masa: 75kg	DIPLOMSKI RAD	Kopija		
Mjerilo originala		Naziv:		Pozicija:		
1:10		Sklop platforme		Format: A3		
Crtež broj: 020		List: 1		Listova: 1		

1

2

3

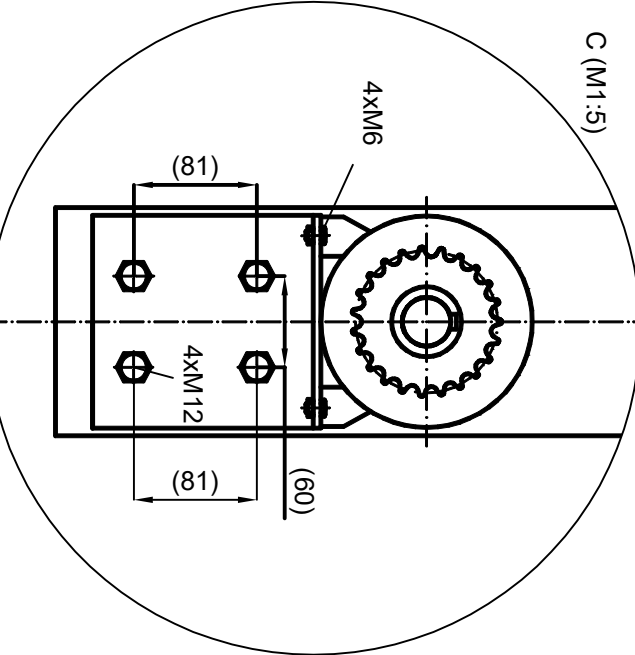
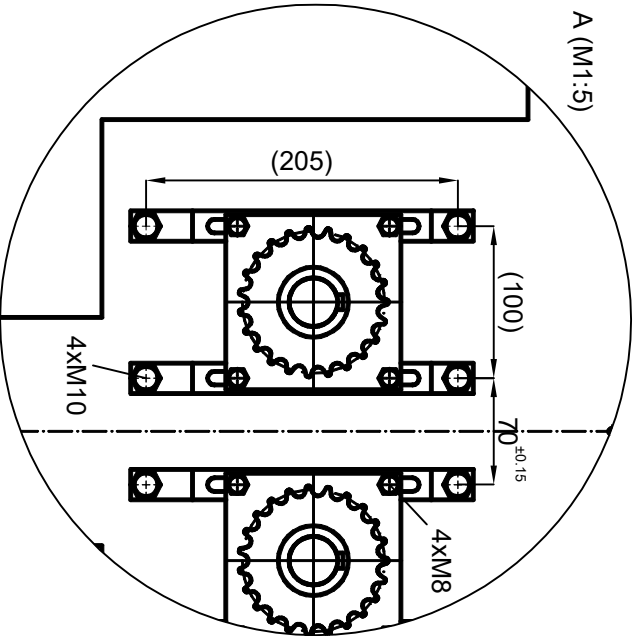
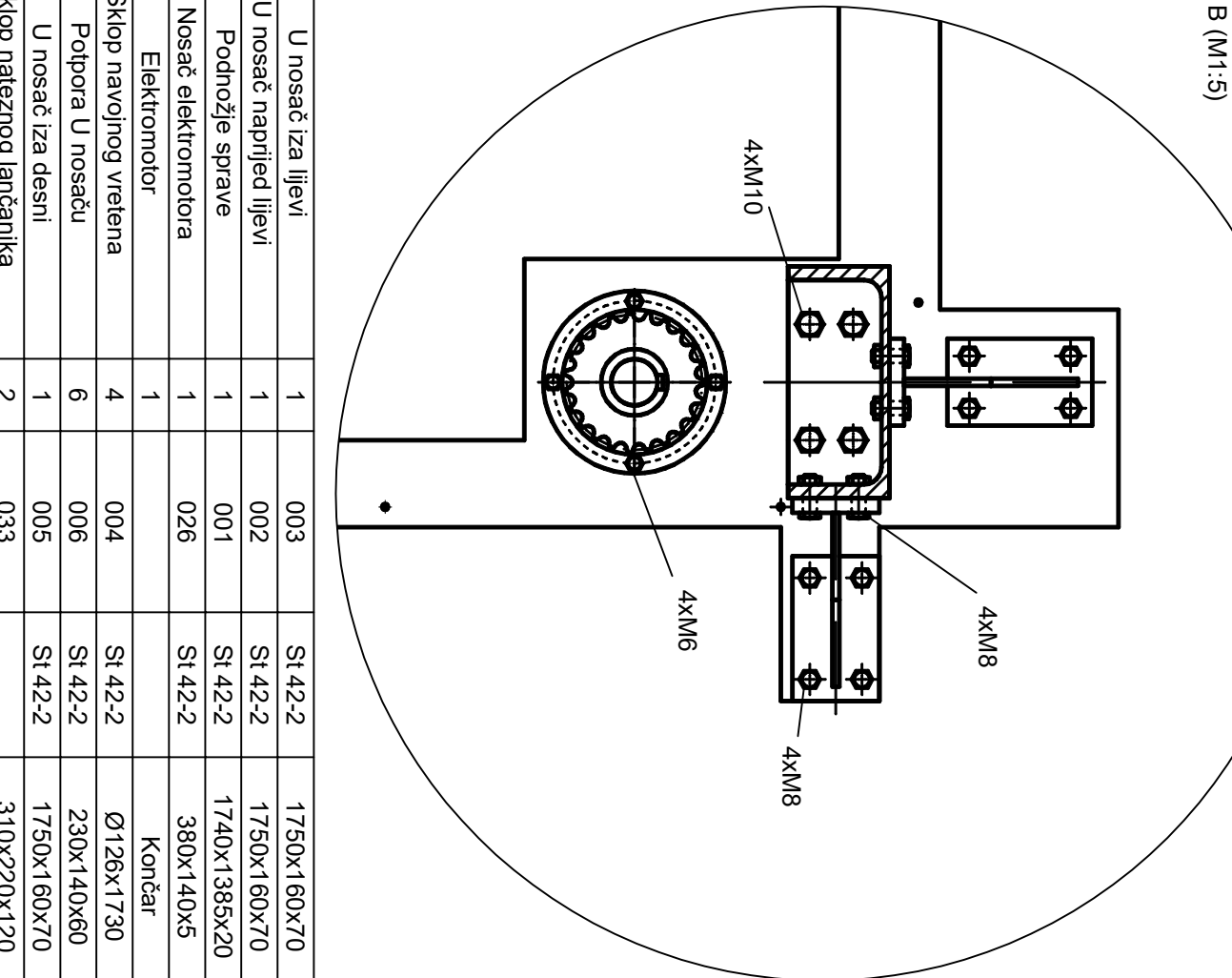
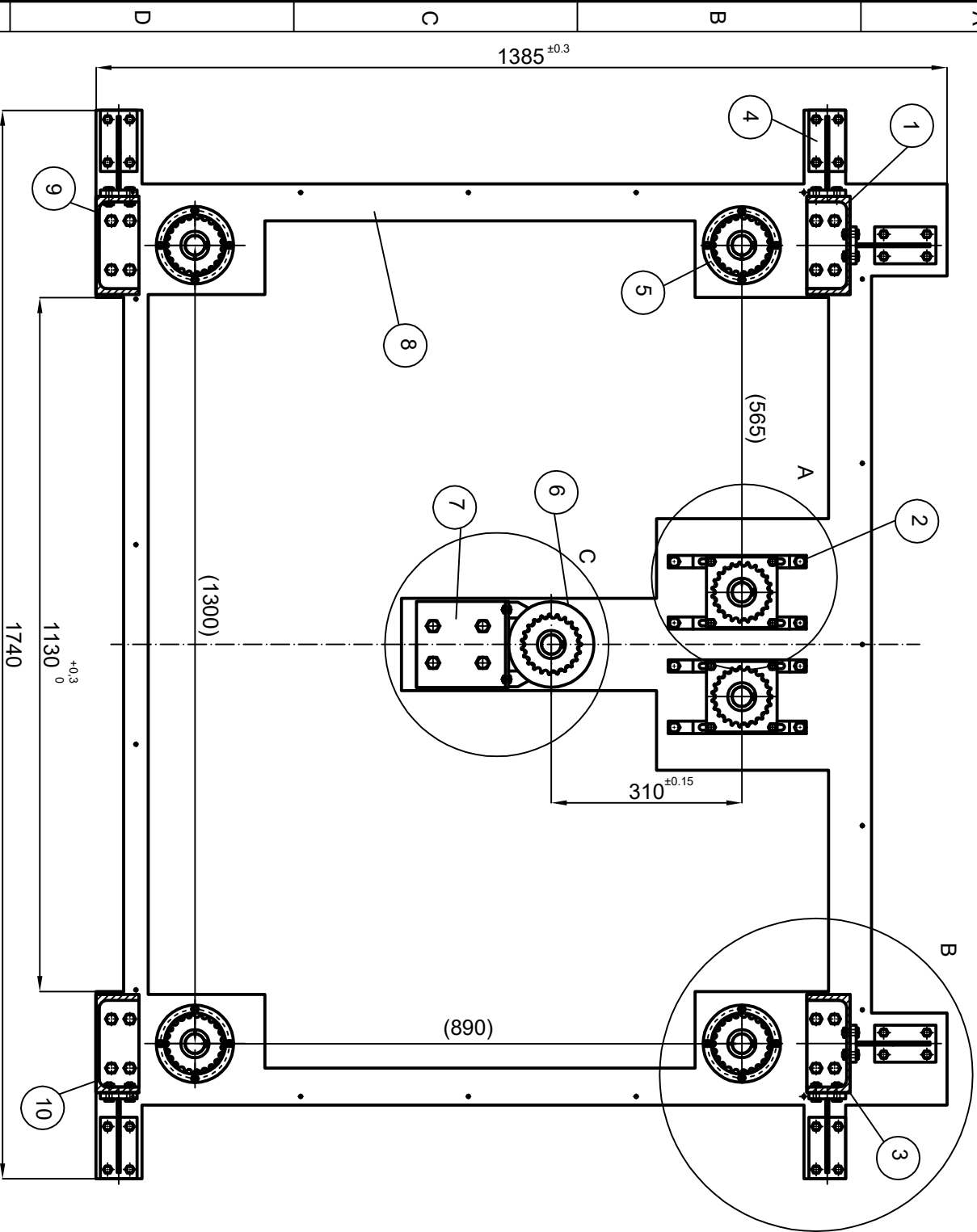
4

5

6

7

8



10	U nosač iza lijevi	1	003	St 42-2	1750x160x70	30kg
9	U nosač naprijed lijevi	1	002	St 42-2	1750x160x70	30kg
8	Podnožje sprave	1	001	St 42-2	1740x1385x20	100kg
7	Nosač elektromotora	1	026	St 42-2	380x140x5	2kg
6	Elektromotor	1		Končar	4,9kg	
5	Sklop navojnog vretena	4	004	St 42-2	Ø126x1730	22kg
4	Potpورا U nosaču	6	006	St 42-2	230x140x60	2,3kg
3	U nosač iza desni	1	005	St 42-2	1750x160x70	30kg
2	Sklop nateznog lančanika	2	033		310x220x120	6kg
1	U nosač iza lijevi	1	004	St 42-2	1750x160x70	30kg

Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa

Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis
	Projektitirao	23.06.2016.	Nikola Pocrnić	
	Razradio	23.06.2016.	Nikola Pocrnić	
	Crtao	23.06.2016.	Nikola Pocrnić	
	Pregledao	27.06.2016.	Milan Kostelac	
	Mentor	27.06.2016.	Aleksandar Sušić	


ISO - tolerancije		Objekt broj:

Objekt:	R. N. broj:	Smjer: Konstrukcijski	Kopija

Napomena:	Materijal: St 42-2	Masa: 342kg	DIPLOMSKI RAD	

Naziv:	Sklop pogonskog dijela sprave	Pozicija:	Format: A3

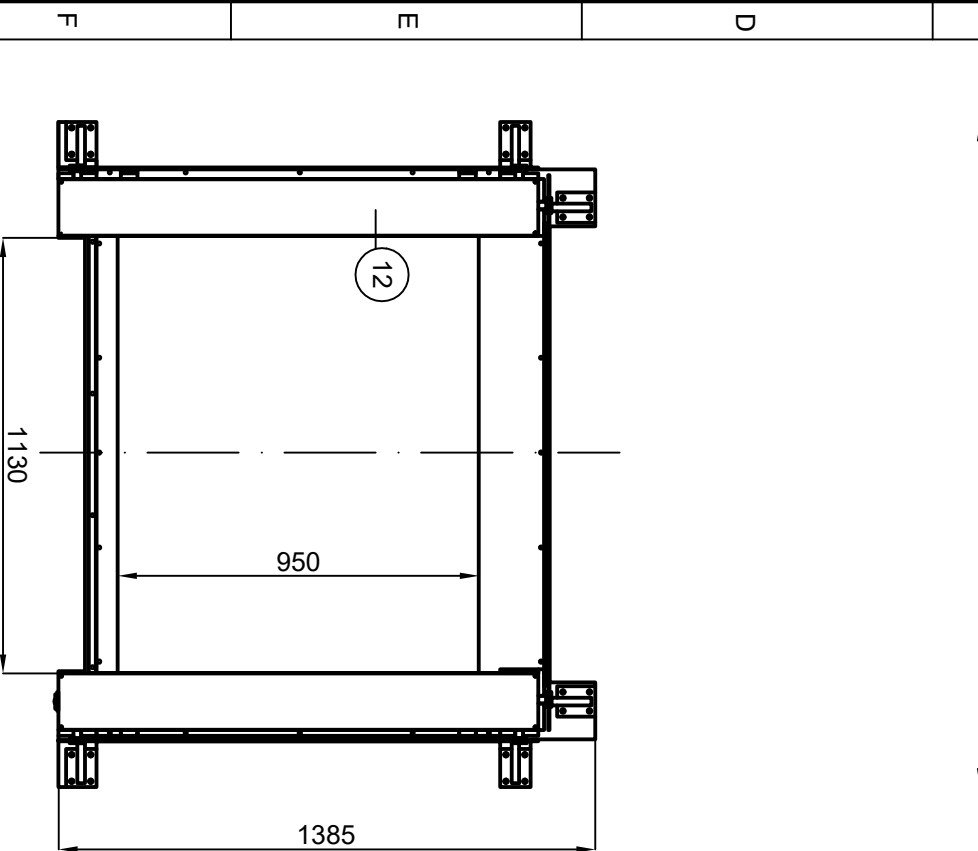
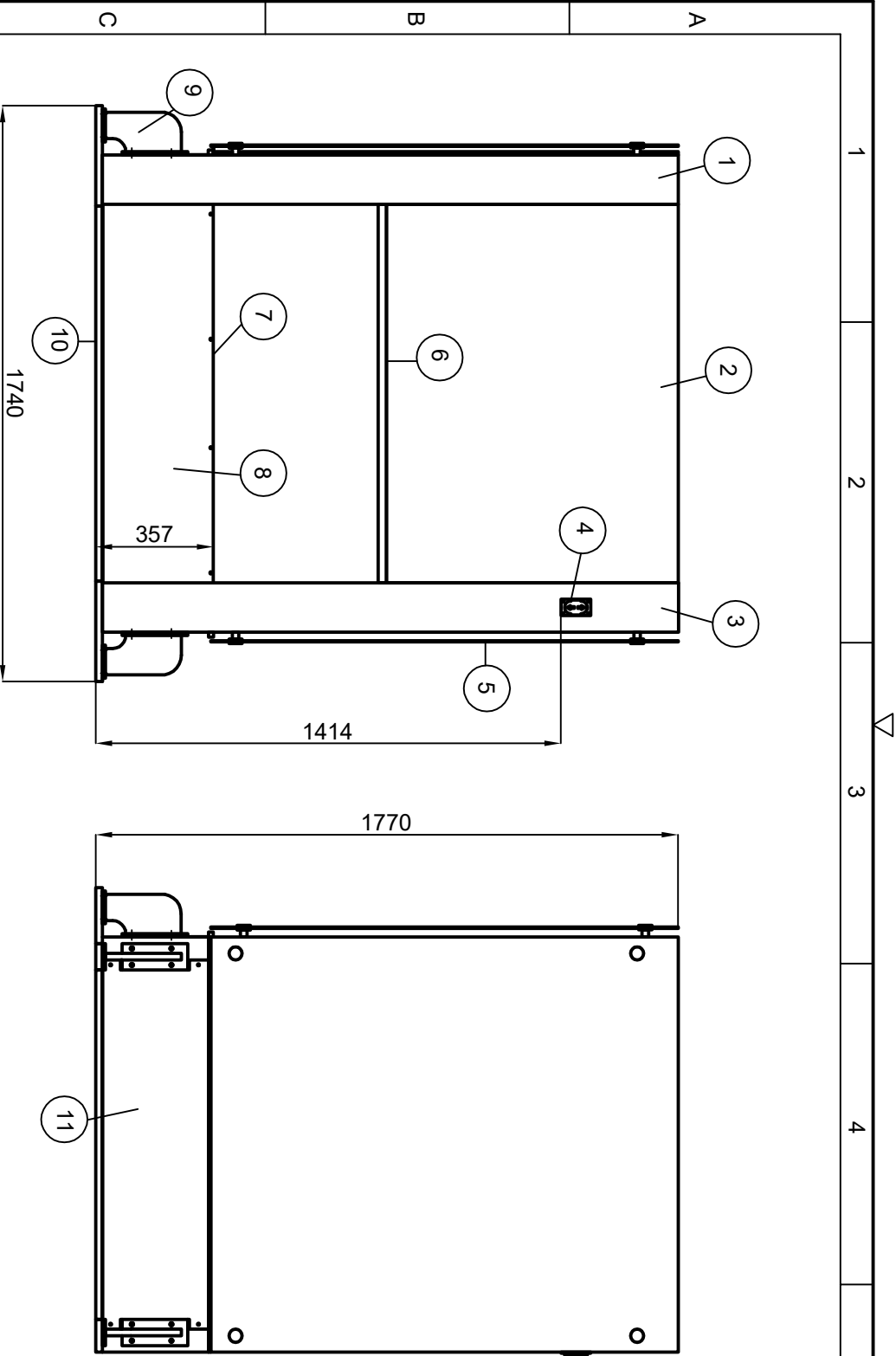
Mjerilo originala	1:10	Crtež broj: 021	List: 1




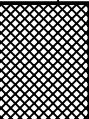

FSB Zagreb

Studij strojarstva





Design by  
CADLab

12	Lim za poklopac U nosača	2	028	St 42-2	1300x300x0,5	1,2kg
11	Zaštitni lim sa strane	2	018	St 42-2	1150x350x0,5	1,4kg
10	Podnožje sprave	1	001	St 42-2	1740x1385x20	100kg
9	Potpora U nosaču	6	006	St 42-2	260x80x150	2,3kg
8	Zaštitni lim s prednje strane	1	017	St 42-2	1200x350x0,5	1,6kg
7	Zaštitni lim gornje strane	1	027	St 42-2	1200x1500x0,5	6,5kg
6	Platforma	1	012	St 42-2	1360x950x40	22kg
5	Zaštitno staklo sa strane	2	030	PMMA	1420x1262x4	8,5kg
4	Tipkalo	1		Schnack Technik		20g
3	U nosač naprijed desni	1	003	St 42-2	1750x160x70	30kg
2	Zaštitno staklo zadnje strane	1	031	PMMA	1420x1300x4	10kg
1	U nosač naprijed lijevi	1	002	St 42-2	1750x160x70	30kg
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	<div>FSB Zagreb</div> Studij strojarstva	
		25.06.2016.	Nikola Pocrnić			
		25.06.2016.	Nikola Pocrnić			
		25.06.2016.	Nikola Pocrnić			
		27.06.2016.	Milan Kostelac			
		27.06.2016.	Aleksandar Sušić			
ISO - tolerancije		Objekt:		Objekt broj:		
		R. N. broj:		Kopija		
	Napomena:	Smjer: Konstrukcijski				
	Materijal:	Masa: 434kg	DIPLOMSKI RAD			
		Naziv:	Sprava		Pozicija:	
	Mjerilo originala	Crtež broj: 022		Format: A3		
	M1:20			Listova: 1		
				List: 1		

